

# Benthos

*herstel*

# Suppletie

Onderzoek naar het herstel van de benthische macrofauna na de proefsuppletie op de Galgeplaat en bepaling van mogelijke factoren die de rekolonisatiesnelheid beïnvloeden



Rijkswaterstaat  
Ministerie van Infrastructuur en Milieu



UNIVERSITY  
OF APPLIED SCIENCES



DELTA  
ACADEMY



IMARES  
WAGENINGEN UR



EcoShape  
building with nature

Schaap, Jan

Yerseke, 13 juni 2012



# Benthos

*herstel*

# Suppletie

Onderzoek naar het herstel van de benthische macrofauna na de proefsuppletie op de Galgeplaat en bepaling van mogelijke factoren die de rekolonisatiesnelheid beïnvloeden

Opdrachtnemer	: Jan Schaap	Procesbegeleider	: Bram Verkruysse
Organisatie	: Rijkswaterstaat Zeeland, Middelburg	Organisatie	: Hogeschool Zeeland, Vlissingen
	: Hogeschool Zeeland, Vlissingen	Telefoon	: (0118) 48 93 84
Telefoon	: (06) 53 59 81 10	E-mail	: bram.verkruysse@hz.nl
E-mail	: jan.schaap@rws.nl		
Opdrachtgever	: Eric van Zanten	Projectbegeleider	: Tom Ysebaert
Organisatie	: Rijkswaterstaat Zeeland, Middelburg	Organisatie	: IMARES, Yerseke
Telefoon	: (0118) 62 28 68	Telefoon	: (0317) 48 74 19
E-mail	: eric.van.zanten@rws.nl	E-mail	: tom.ysebaert@wur.nl

Rapport nr. : 12.012

Versie : 1.1

Datum : 13-06-2012

## Samenvatting

---

Rijkswaterstaat Zeeland zal in de toekomst mogelijk suppletiewerkzaamheden verrichten in de Oosterschelde om de gevolgen van de zandhonger te herstellen. Zandhonger is het proces van afbraak van platen, slikken en schorren in de Oosterschelde als gevolg van het verminderde getijvolume en zandtransport door de bouw van de stormvloedkering en de compartimeringswerken. De intergetijdengebieden zijn unieke gebieden voor de natuur maar ook voor de veiligheid en wenst men te behouden ondanks de zandhonger. In 2007 is de MIRT Verkenning Zandhonger gestart met als doel een voorkeursaanpak te identificeren om de intergetijdengebieden in stand te houden. Eén van de strategieën die onderzocht wordt is het suppleren van de intergetijdengebieden met zand. In juli 2008 is er een proef gestart waarbij op de Galgeplaat in de Oosterschelde circa 130000 m<sup>3</sup> zand is gesuppleerd over een oppervlakte van 20 ha. De gemiddelde suppletiehoogte bedroeg gemiddeld 65 cm en de maximale ophoging was circa 1 m. De hoogte van de suppletie is dus niet overal gelijk, maar bestaat uit een hoger centraal deel en een lager zuidelijk deel. Het doel van de proefsuppletie was om inzicht te krijgen in de ecologische en morfologische ontwikkeling in ruimtelijke en temporele zin. Tevens beoogde de uitvoering van de suppletie meer kennis te verschaffen over de rekolonisatie van het bodemleven op de suppletie.

De macrofauna gemeenschap is middels een monitoringsprogramma uitgebreid bemonsterd op de suppletie en in een referentiegebied rondom de suppletie. De bemonstering is gestart vóór de uitvoering van de suppletie waarna er jaarlijks verschillende bodemdierbemonsteringen zijn uitgevoerd om de seizoenale en meerjaren ontwikkeling te volgen. In deze studie is gebruik gemaakt van de monsterdata van juni 2008 (t0-meting = vóór het suppleren) tot november 2011, welke in totaal tien monsterdatums betreffen. Middels deze dataset met soortensamenstelling, biomassa en dichtheid van alle bodemdieren is een temporele en een ruimtelijke analyse uitgevoerd. Binnen de temporele analyse is gekeken naar het herstel van de macrofauna op de suppletie in verhouding tot het referentiegebied. De ruimtelijke analyse is uitgevoerd om meer in detail naar verschillen in het herstel op de suppletie zelf te kijken door omgevingsvariabelen te linken aan de bodemdierdata. De omgevingsfactoren die onderzocht zijn betreffen korrelgrootte, droogvalduur, erosie- en sedimentatieprocessen en het chlorofylgehalte welke voor elke monsterlocatie en datum bemonsterd en berekend zijn.

De ophoging van circa 65 cm is fataal geworden voor het bodemleven dat op de locatie aanwezig was. Het herstel is voor een groot deel te bepalen met de vergelijking van de 10 monsterpunten op de suppletie en het omliggende gebied waar tevens 10 monsterpunten dienen als referentie. De kolonisatie start met de opportunistische soorten zoals het wadslakje *Hydrobia ulvae*, de zandkokerworm *Pygospio elegans*, en het nonnetje *Macoma balthica*. In oktober 2009 laat het bodemleven op de suppletie een toename zien in biomassa. Ook de soortenrijkdom is dan al grotendeels vergelijkbaar met de referentielocatie. Vanaf dat moment zet de kolonisatie sneller door maar blijft de samenstelling van het macrobenthos (de bodemdiergemeenschap) nog steeds verschillend. Een overduidelijk beeld is te zien bij de schelpkokerworm *Janice conchilega* welke nauwelijks terug komt op de suppletie. *Hydrobia ulvae* komt dan weer meer voor op de suppletie dan op de referentiegebieden. Ook de kokkel *Cerastoderma edule* laat een gunstige trend zien op de suppletie wat bevorderlijk is voor steltlopers zoals de scholekster. Door de suppletie is de bodemhoogte vermeerderd en daarbij de droogvalduur toegenomen van circa 30 tot 50 %. Daarmee bevindt de suppletie zich nog steeds in de optimale zone voor een rijke ontwikkeling aan bodemleven, welke zich gemiddeld in de Oosterschelde tussen 20-60 % droogvalduur bevindt. Uit dit onderzoek blijkt

dat de droogvalduur het sterkst gerelateerd is met de ontwikkeling van het macrobenthos op de suppletie, maar hier zijn ook andere omgevingsfactoren mee gerelateerd. De rekolonisatie is het sterkst op de lagere gebieden welke ook een kortere droogvalduur is, terwijl op de hogere delen van de suppletie de rekolonisatie trager verloopt. Dit heeft vermoedelijk eerder te maken met verschillen in bodemvocht dan met de droogvalduur op zich. Uit visuele waarnemingen blijkt dat op de hogere delen het sediment sneller uitdroogt, terwijl op de lagere delen het water langer wordt vastgehouden en zelfs permanent vochtige gebieden (plassen) ontstaan. Dit kan een gunstige invloed hebben op de rekolonisatie. Deze hypothese dient verder getoetst te worden.

*Kortom:*

De suppletie op de Galgeplaat heeft zoals verwacht veel impact gehad op het lokale bodemleven dat nagenoeg geheel is afgestorven. Een jaar na de suppletie, in 2009, neemt de soortenrijkdom weer toe en begint het herstelproces vorm te krijgen. Dit proces zet zich voort in 2010 en 2011. In 2011 worden gemiddeld zelfs hogere densiteiten en biomassa's waargenomen dan in het referentiegebied. Toch is de bodemdiergemeenschap op de suppletie nog steeds verschillend van die van het referentiegebied. Het feit dat de soortensamenstelling op de suppletie deels anders is dan op het referentiegebied is waarschijnlijk deels te wijten aan het feit dat de droogvalduur op de plaat is toegenomen wat voor bepaalde soorten gunstig en voor andere soorten ongunstig is. Op de suppletie zelf zijn verschillen in rekolonisatie vastgesteld tussen de hogere delen van de suppletie en de lagere delen, wat vermoedelijk eerder te maken heeft met verschillen in vochtgehalte van het sediment (natter op de lagere delen) dan met de droogvalduur op zich. Om het belang hiervan voor toekomstige ontwerpen van suppleties te bepalen dient deze hypothese nader getoetst te worden.

## Summary

---

In the future, Rijkswaterstaat Zeeland will employ a nourishment in the Eastern Scheldt to restore the effects of sand demand. Sand demand is the process of erosion of mudflats and salt marshes in the Eastern Scheldt due to reduced tidal volume and sand transport by the construction of the storm surge barrier and the compartmenting of the Eastern Scheldt inner basin. The intertidal areas are unique areas for nature but also for safety and one desires to retain despite the sand demand. In 2007, the Exploration Sand Demand program is set up to identify a preferential approach to maintain the intertidal zone. One strategy which is being studied is the nourishment of the intertidal zone with sand. In July 2008 a pilot was started on the Galgeplaat in the Eastern Scheldt for which approximately 130.000 m<sup>3</sup> of sand was replenished over an area of 20 ha. The nourishment height was on average 65 cm and the maximum increase was approximately 1 m. The height of the nourishment is therefore not uniform, but rather consists of a higher central part and a lower southern part. The purpose of the nourishment pilot was to gain insight into the ecological and morphological development in spatial and temporal sense. The implementation of the nourishment also provided the possibility to gain more knowledge about the recolonization of the benthic macrofauna on the nourishment.

Through a monitoring program the macrofauna community was sampled comprehensively on the nourishment itself and on the reference area around the nourishment. The sampling started before the employment of the annual nourishment and different benthic macrofauna samplings were carried out to monitor the seasonal and long-term trends. In this study we used the sample data of June 2008 (t<sub>0</sub> = measurement before nourishment) until November 2011, which includes a total of 10 sample dates. Using this dataset with species composition, biomass and density of all the benthic macrofauna, a temporal and a spatial analysis were conducted. Within the temporal analysis the recovery of the macrofauna was studied on the nourishment area in comparison to the reference area. The spatial analysis was carried out in more detail to note the differences in the recovery of the nourishment itself, by means of linking environmental variables to the benthic macrofauna. The environmental factors that are examined include particle size, exposure time, erosion/sedimentation and concentration of chlorophyll (a), which are calculated for each sample location and date.

The increase of about 65 cm is fatal for the benthic macrofauna that was present at the site. The recovery is for a large part determined by the comparison of the 10 sample points on the nourishment to 10 sample points on the surrounding area, which also serve as 10 reference sample points. The colonization starts with opportunistic species such as the mud snail *Hydrobia ulvae*, the bristle worm *Pygospio elegans* and the Baltic tellin *Macoma balthica*. In October 2009, the benthic macrofauna shows a clear increase in biomass on the nourishment area. The biodiversity is then already broadly comparable with the reference location. From that moment, the colonization goes faster, although the composition of the macrobenthos (the bottom animal community) is still different. A clear observation is made with the sand mason worm *Janice conchilega* which hardly comes back to the nourishment. *Hydrobia ulvae* recolonizes more on the nourishment than on the reference area. The cockle *Cerastoderma edule* shows a favourable trend on the nourishment which is beneficial for waders such as oystercatchers. Because of the nourishment the clearance has increased and as a result the exposure time increased from approximately from 30 to 50%. This means that the nourishment is still in the optimum zone for development of a rich soil, which on average is between 20-60% exposure time in the Eastern Scheldt. This study shows that the development of the benthic macrofauna is most associated to the exposure time on the nour-

ishment, but is also related to other environmental factors. The recolonization is strongest in the lower areas which also have a shorter exposure time, while the higher parts of the nourishment recolonize slower. This has probably more to do with differences in soil moisture than the exposure time itself. Visual observations show that on the higher parts the sediment dries faster while on the lower parts the water is retained longer and sometimes makes pools. This can be a favourable influence on the recolonization. This hypothesis however, needs further testing.

*In short:*

The nourishment on the Galgeplaat had, as expected, much impact on the local soil life that almost completely died. A year after the nourishment, in 2009, the species richness increases again and the recovery process begins to take shape. This process continues in 2010 and 2011. In 2011 even higher average densities and biomass are observed than in the reference area. However the benthic macrofauna community on the nourishment is still different from that of the reference area. The fact that the species composition on the nourishment is different than on the reference area is probably due to the fact that the exposure time on the nourishment area has increased which for certain species will be favourable and unfavourable for other species. On the nourishment itself, differences in recolonization are observed between the higher parts of the nourishment and the lower parts, which will probably be caused by differences in moisture content of the soil (wet on the lower parts) than the exposure time itself. To emphasize the importance of this for future designs of nourishments, this hypothesis should be further studied.

# Inhoudsopgave

---

SAMENVATTING .....	IV
SUMMARY .....	VI
INHOUDSOPGAVE .....	VIII
LIJST MET FIGUREN .....	X
LIJST MET TABELLEN .....	XI
<b>1 INLEIDING .....</b>	<b>1</b>
1.1 AANLEIDING VAN HET PROJECT .....	1
1.1.1 VERKENNING ZANDHONGER .....	1
1.1.2 PROEFSUPPLETIE GALGEPLAAT .....	2
1.2 ORGANISATIE .....	2
1.3 PROBLEEMSTELLING .....	2
1.4 DOELSTELLING .....	3
1.5 HOOFDVRAAG .....	3
1.5.1 DEELVRAGEN .....	3
1.6 LEESWIJZER .....	3
<b>2 ACHTERGRONDEN EN LITERATUUR .....</b>	<b>4</b>
2.1 MARIENE BENTHISCHE FAUNA .....	4
2.2 BENTHISCHE MACROFAUNA .....	4
2.3 ECOLOGISCH PROFIEL VAN VERSCHILLENDE BENTHISCHE SOORTEN .....	5
2.3.1 SCHELPKOKERWORM ( <i>LANICE CONCHILEGA</i> ) .....	5
2.3.2 KOKKEL ( <i>CERASTODERMA EDULE</i> ) .....	6
2.3.3 ZANDKOKERWORM ( <i>PYGOSPIO ELEGANS</i> ) .....	7
2.3.4 WADPIER ( <i>ARENICOLA MARINA</i> ) .....	7
2.3.5 WADSLAKJE ( <i>HYDROBIA ULVAE</i> ) .....	8
2.4 EFFECTEN DOOR BEDEKKING .....	10
2.5 REKOLONISATIE VAN BENTHISCHE MACROFAUNA .....	11
<b>3 MATERIAAL EN METHODE .....</b>	<b>13</b>
3.1 GEBIEDSBESCHRIJVING .....	13
3.2 PROEFSUPPLETIE GALGEPLAAT .....	13
3.3 MONITORINGPROGRAMMA PROEFSUPPLETIE .....	14
3.4 BEMONSTERING BENTHISCHE MACROFAUNA .....	14
3.5 (A)BIOTISCHE FACTOREN .....	15
3.6 ANALYSE BENTHISCHE MACROFAUNA .....	16
3.6.1 BIODIVERSITEIT EN SOORTENRIJKDOM .....	17
3.6.2 GEMEENSCHAPSANALYSE .....	17
3.6.3 KOPPELEN OMGEVINGSFACTOREN EN VARIABEN (BIO-ENV) .....	18
<b>4 RESULTATEN .....</b>	<b>19</b>
4.1 (A)BIOTISCHE FACTOREN .....	19
4.1.1 MEDIANE KORRELGROOTTE EN SLIBFRACTIE .....	19
4.1.2 SEDIMENTATIE/EROSIE .....	20
4.1.3 DROOGVALDUUR .....	22



4.1.4.	CHLOROFYL (A) .....	22
4.2	TEMPORELE ANALYSE.....	24
4.2.1	DIVERSITEIT EN SOORTENRIJKDOM .....	24
4.2.2	DICHTHEID EN BIOMASSA .....	24
4.2.3	MULTIDIMENSIONAL SCALING (MDS).....	28
4.3	RUIMTELIJKE ANALYSE.....	30
4.3.1	DICHTHEID EN BIOMASSA .....	30
4.3.2	ANALYSE MET BIO-ENV.....	32
<b>5</b>	<b>DISCUSSIE .....</b>	<b>34</b>
5.1	METHODE .....	34
5.2	TEMPORELE ANALYSE.....	34
5.3	RUIMTELIJKE ANALYSE.....	35
<b>6</b>	<b>CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN .....</b>	<b>37</b>
	<b>DANKWOORD.....</b>	<b>38</b>
	<b>REFERENTIES.....</b>	<b>39</b>
	<b>BIJLAGEN .....</b>	<b>43</b>
BIJLAGE 1:	LANGSPROFIELEN VAN DE BODEMHOOGTE OP DE SUPPLETIELOCATIE .....	43
BIJLAGE 2:	SATELLIETBEELD GALGEPLAAT 2005.....	44
BIJLAGE 3:	GEMIDDELTE SEDIMENTATIE/EROSIE TUSSEN DE BEMONSTERINGSDATA IN CM/WEEK .....	45
BIJLAGE 4:	BEREKENDE DROOGVALDUUR PER LOCATIE EN BEMONSTERINGSDATUM .....	46
BIJLAGE 5:	ANOSIM UITVOER .....	47
BIJLAGE 6	MDS-PLOT DICHTHEID EN BIOMASSA 2008-2011.....	48
BIJLAGE 7:	DICHTHEID EN BIOMASSA RUIMTELIJKE ANALYSE (GECLASSIFICEERD) .....	49
BIJLAGE 8	DRAFTSMAN PLOT OMGEVINGSVARIABLEN .....	50
BIJLAGE 9:	BIO-ENV UITVOER DICHTHEID EN BIOMASSA ZOMER/NAJAAR 2009-2011 .....	51
BIJLAGE 10:	BIOMASSA REFERENTIEGEBIED 2008 – 2011 .....	54
BIJLAGE 11:	DICHTHEID REFERENTIEGEBIED 2008 – 2011 .....	56
BIJLAGE 12:	BIOMASSA SUPPLETIELOCATIE 2008 – 2011 .....	58
BIJLAGE 13:	DICHTHEID SUPPLETIELOCATIE 2008 – 2011 .....	59
BIJLAGE 14:	BIOMASSA SUPPLETIELOCATIE EXTRA MONSTERPUNTEN 2009-2011 .....	60
BIJLAGE 15:	DICHTHEID SUPPLETIELOCATIE EXTRA MONSTERPUNTEN 2009-2011 .....	61
BIJLAGE 16:	TAXONOMIE VOOR ALLE GEVONDEN SOORTEN .....	62

# Lijst met figuren

FIGUUR 1:	DE RECENTE EN DE VERWACHTE VERANDERING VAN EEN PLAAT SCHEMATISCH WEERGEGEVEN .....	1
FIGUUR 2:	UITVOERING VAN DE SUPPLETIE OP DE GALGEPLAAT IN 2008 .....	3
FIGUUR 3:	GEMIDDELDE BIOMASSA VAN DE GALGEPLAAT, KRABBEKREEK EN DE ROGGENPLAAT BIJ VIER VERSCHILLENDE DROOGVALDUURPERCENTAGES .....	4
FIGUUR 4:	DE SCHELPKOKERWORM ( <i>LANICE CONCHILEGA</i> ) OP EEN DROOGVALLENDE PLAAT .....	5
FIGUUR 5:	DE GEWONE KOKKEL ( <i>CERASTODERMA EDULE</i> ) .....	6
FIGUUR 6:	GEMIDDELDE BIOMASSA VAN <i>CERASTODERMA EDULE</i> VOOR DRIE INTERGETIJDENGEBIEDEN IN DE OOSTERSCHDELDE UITGEZET TEGEN VIER VERSCHILLENDE DROOGVALDUURPERCENTAGES .....	6
FIGUUR 7:	DE ZANDKOKERWORM ( <i>PYGOSPIO ELEGANS</i> ) .....	7
FIGUUR 8:	DE WADPIER ( <i>ARENICOLA MARINA</i> ) .....	7
FIGUUR 9:	GEMIDDELDE BIOMASSA VAN <i>ARENICOLA MARINA</i> VOOR DRIE INTERGETIJDEN-GEBIEDEN IN DE OOSTERSCHDELDE UITGEZET TEGEN VIER VERSCHILLENDE DROOGVALDUUR-PERCENTAGES .....	8
FIGUUR 10:	HET WADSLAKJE ( <i>HYDROBIA ULVAE</i> ) .....	8
FIGUUR 11:	WAARSCHIJNLIJKHEID (P) VAN VOORKOMEN VAN ENKELE BODEMDIEREN UITGEZET TEGEN DE DROOGVALDUUR VOOR DE OOSTERSCHDELDE .....	9
FIGUUR 12:	DE FATALE DIEPTE BIJ INCIDENTELE BEDEKKING VOOR ENKELE MACROBENTHISCHE SOORTEN .....	10
FIGUUR 13:	REKOLONISATIEPROCESSEN UITGEZET TEGEN DE MATE VAN VERSTORING .....	12
FIGUUR 14:	AFBAKENING VAN O.A. DE OOSTER-SCHDELDE DOOR DELTAWERKEN .....	13
FIGUUR 15:	OVERZICHTS- EN DETAILWEERGAVE VAN HET PROJECTGEBIED .....	14
FIGUUR 16:	BEMONSTERINGLOCATIES VAN RIJKSWATERSTAAT EN BUILDING WITH NATURE .....	15
FIGUUR 17:	DE GEMIDDELDE MEDIANE KORRELDIAMETER D50 VAN DE SUPPLETIELOCATIE EN HET REFERENTIEGEBIED .....	19
FIGUUR 18:	DE RUIMTELIJKE VERDELING VAN DE MEDIANE KORRELGROOTTE D50 VOOR DE TIJDSTIPPEN JUNI 2008 (T0) EN NOVEMBER 2011 (T9) OP DE SUPPLETIELOCATIE EN HET REFERENTIEGEBIED .....	20
FIGUUR 19:	DE SLIBFRACTIE <0.063 MM VAN DE SUPPLETIELOCATIE EN HET REFERENTIEGEBIED .....	20
FIGUUR 20:	GEMIDDELDE SEDIMENTATIE/EROSIE .....	21
FIGUUR 21:	SEDIMENTATIE/EROSIE PER MONSTERPUNT EN BEMONSTERINGSDATUM .....	21
FIGUUR 22:	DROOGVALDUUR (SITUATIE JULI 2011) .....	22
FIGUUR 23:	CONCENTRATIE CHLOROFYL (A) IN HET SEDIMENT .....	22
FIGUUR 24:	DE RUIMTELIJKE VERDELING VAN DE CHLOROFYLCONCENTRATIE VOOR DE TIJDSTIPPEN JUNI 2008 (T0) EN NOVEMBER 2011 (T9) OP DE SUPPLETIELOCATIE EN HET REFERENTIEGEBIED .....	23
FIGUUR 25:	DE BIODIVERSITEIT (SHANNON-WIENER INDEX) EN DE SOORTENRIJKDOM VOOR DE BEIDE GEBIEDEN ..	24
FIGUUR 26:	DE GEMIDDELDE BIOMASSA PER BEMONSTERING VOOR DE SUPPLETIELOCATIE EN HET REFERENTIEGEBIED .....	25
FIGUUR 27:	DE GEMIDDELDE DICHTHEID PER BEMONSTERING VOOR DE SUPPLETIELOCATIE EN HET REFERENTIEGEBIED .....	26
FIGUUR 28:	DE GEMIDDELDE DICHTHEID EN BIOMASSA VAN <i>HYDROBIA ULVAE</i> (WADSLAKJE) .....	26
FIGUUR 29:	DE GEMIDDELDE DICHTHEID EN BIOMASSA VAN <i>ARENICOLA MARINA</i> (WADPIER) .....	26
FIGUUR 30:	DE GEMIDDELDE DICHTHEID EN BIOMASSA VAN <i>CERASTODERMA EDULE</i> (KOKKEL) .....	27
FIGUUR 31:	DE GEMIDDELDE DICHTHEID EN BIOMASSA VAN <i>PYGOSPIO ELEGANS</i> (ZANDKOKERWORM) .....	27
FIGUUR 32:	DE GEMIDDELDE DICHTHEID EN BIOMASSA VAN <i>LANICE CONCHILEGA</i> (ZANDKOKERWORM) .....	27
FIGUUR 33:	MDS-PLOT GEBASEERD OP DE GEMIDDELDE DICHTHEID PER SEIZOEN, JAAR EN ZONE .....	28
FIGUUR 34:	MDS-PLOT GEBASEERD OP DE GEMIDDELDE BIOMASSA PER SEIZOEN, JAAR EN ZONE .....	29
FIGUUR 35:	BIOMASSA VOOR VIJF SOORTEN OP DE SUPPLETIELOCATIE VOOR JULI 2009, 2010 EN 2011 EN DE T0-SITUATIE .....	31

## Lijst met tabellen

---

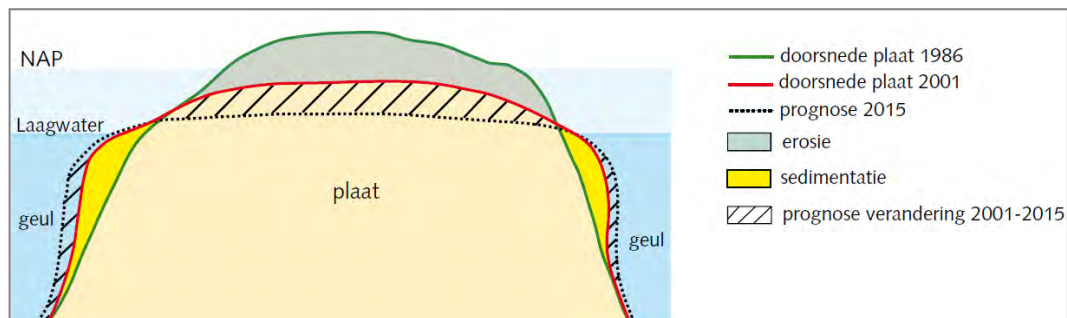
TABEL 1:	GEBRUIKTE AANTAL MONSTERLOCATIES VOOR DE TEMPORELE EN DE RUIMTELIJKE ANALYSE.....	16
TABEL 2:	CORRELATIE TUSSEN OMGEVINGSVARIABLEN EN DE BODEMDIERGEMEENSCHAP VAN DE ZOMER- EN NAJAARSBEMONSTERING 2009-2011 OP BASIS VAN DE BIO-ENV ANALYSE.....	33

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding van het project

Na de watersnoodramp van 1953 zijn de Deltawerken tot stand gekomen. De bouw van de stormvloedkering in de Oosterschelde en de afkoppeling van het Markiezaat en het Volkerak zorgden voor een verandering van het watersysteem. Als gevolg hiervan stroomt er minder water in en uit de Oosterschelde waardoor de stroomsnelheid is verminderd. De verminderde stroming heeft onvoldoende kracht om zand te transporteren naar het intergetijdengebied. Deze schorren, slikken en platen in de Oosterschelde werden voorheen gevoed met zand tijdens springtij. Afbraak vond weer plaats tijdens stormachtige weersomstandigheden. In de huidige situatie is de voeding gestopt en eroderen de intergetijdengebieden waarbij het zand in de geulen terecht komt. Dit proces zal doorgaan tot het morfologisch evenwicht is hersteld met als gevolg dat deze unieke gebieden in het water zullen verdinken. Dit proces staat bekend als de 'zandhonger' waarbij de geulen honger naar zand. (van Zanten & Adriaanse, 2008).

De afbraak van intergetijdengebieden gaat ten koste van de natuur en de veiligheid. In het intergetijdengebied leven veel bodemdieren, die het voedsel zijn voor veel wadvogels. Door de erosie is er minder tijd dat de gebieden droogvallen bij laag water wat weer ongunstig is voor veel wadvogels. Berekeningen tonen aan dat hierdoor het aantal scholeksters rond 2045 met 80% zal zijn afgenomen (van Zanten & Adriaanse, 2008). Ook bij de andere wadvogels zal een negatief effect te verwachten zijn. De intergetijdengebieden die tegen de dijk aan liggen zorgen voor een geringere golfaanval op de dijk. Als dit voorland door de zandhonger weg erodeert, betekent dit dat de dijken sterker en hoger zullen moeten worden om de veiligheid in de toekomst te garanderen.



**Figuur 1:** De recente en de verwachte verandering van een plaat schematisch weergegeven (van Zanten & Adriaanse, 2008).

### 1.1.1 VERKENNING ZANDHONGER

In het kader van de Vogel-en Habitatrichtlijn en de Kaderrichtlijn Water dienen de natuurwaarden van de intergetijdengebieden beschermd te worden. Rijkswaterstaat is in opdracht van het Directoraat Generaal Water in 2007 de MIRT<sup>1</sup> Verkenning Zandhonger gestart. Het doel van de verkenning is het uitwerken van een voorkeursalternatief om de nadelige gevolgen van de zandhonger voor de natuur en de veiligheid in de Oosterschelde tegen te gaan.

In de verkenning wordt een voorstel gedaan over de omvang van instandhouding van de intergetijdengebieden. Na het uitwerken van verschillende maatregelen die zich richten op het bestrijden van de oorzaak, richt de voorkeursaanpak zich op het herstel van intergetijdengebieden

<sup>1</sup> Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport.

door middel van zandsuppleties (het opspuiten van nieuw sediment), mogelijk gecombineerd met oeververdediging.

Het eindproduct van de Verkenning Zandhonger kan een voorkeursaanpak zijn van suppleties en verdedigingen voor de slik- of plaatcomplexen (bijv. oesterriffen), inclusief fasering in de tijd en onderhoudsfrequentie. Een vereiste voor de voorkeursaanpak is dat in elk geval de veiligheid aan de wettelijke normen zal voldoen.

#### 1.1.2 PROEFSUPPLETIE GALGEPLAAT

Binnen de Verkenning Zandhonger is in opdracht van Rijkswaterstaat eind augustus - begin september 2008 een suppletieproef uitgevoerd op de Galgeplaat in de Oosterschelde (zie figuur 2 - pag. 3). Deze plaat is één van de intergetijdengebieden die onderhevig is aan erosie. Door een suppletie uit te voeren wordt het bodemoppervlak verhoogd en wordt het verlies van intergetijdgebied (tijdelijk) tegengegaan. Er is over een oppervlakte van 20 ha circa 130.000 m<sup>3</sup> zand opgespoten en met bulldozers over de plaat versplaatst in een cirkel met een doorsnede van 500 m. De gemiddelde dikte van de laag zand is 65 cm. Aan de zuidkant is deze laag het dunst. Door het aanbrengen van het zand is het bodemleven vernietigd. Een uitgebreid monitoringsplan is opgezet met als doel om meer inzicht te verkrijgen in het verloop van morfologische en ecologische processen. Zowel fysische als biologische parameters zijn gemeten door Rijkswaterstaat, Deltares, IMARES en NIOZ (voorheen NIOO CEME) en tevens in samenwerking met Building with Nature (BwN), het innovatieprogramma van Ecoshape (ecoshape.nl). IMARES en NIOZ hebben in het kader van BwN, in aanvulling op het RWS monitoringprogramma, aanvullende data verzameld met betrekking tot bodemdieren en gerelateerde omgevingsfactoren om beter inzicht te krijgen in de rekolonisatieprocessen. Met deze data wordt in dit rapport zowel ruimtelijk als temporeel het verloop van de ecologische en morfologische effecten geanalyseerd, en meer bepaald de rekolonisatie van bodemdieren op de suppletie. Ook zijn er vóór de proefsuppletie en daarna jaarlijks bemonsteringen uitgevoerd om de ontwikkeling van de benthische macrofauna<sup>1</sup> te volgen.

Dit rapport levert tevens een bijdrage aan de ANT studie<sup>2</sup> binnen de Verkenning Zandhonger middels het onderzoeken van de rekolonisatie van de benthische macrofauna op de suppletielocatie op de Galgeplaat.

### 1.2 Organisatie

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Eric van Zanten van Rijkswaterstaat. Het maakt deel uit van een duaal traject van de opleiding Aquatische Ecotechnologie van de Hogeschool Zeeland en is begeleid door Bram Verkruysse. Tevens is het onderzoek vanuit IMARES Wageningen UR begeleid door Tom Ysebaert.

### 1.3 Probleemstelling

Aansluitend op de Verkenning Zandhonger zullen er op termijn mogelijk uitvoeringsstrategieën komen voor zandsuppletie op de intergetijdengebieden. De benthische macrofauna binnen het gesuppleerde gebied zal voor een groot deel tot geheel afsterven door de bedekking. Dit met het gevolg dat het aantal foeragerende steltlopers op de suppletielocatie zal afnemen. Het is niet goed bekend hoe snel de benthische macrofauna herstelt en hoe de rekolonisatie ruimtelijk en temporeel verloopt.

---

<sup>1</sup> Benthische fauna > 1 mm.

<sup>2</sup> De ANT studie (Autonoom Neerwaartse Trend) beoogt in 2013 een wetenschappelijke onderbouwing te leveren voor de haalbaarheid en betaalbaarheid van verschillende instandhoudingsdoelen in de Oosterschelde.

#### 1.4 Doelstelling

Het doel van dit project is dat er na het onderzoek meer kennis is over het herstellend vermogen van de benthische macrofauna, en of er een relatie is met (a)biotische factoren zoals erosie/sedimentatie, korrelgrootte, droogvalduur en chlorofylgehalte.

#### 1.5 Hoofdvraag

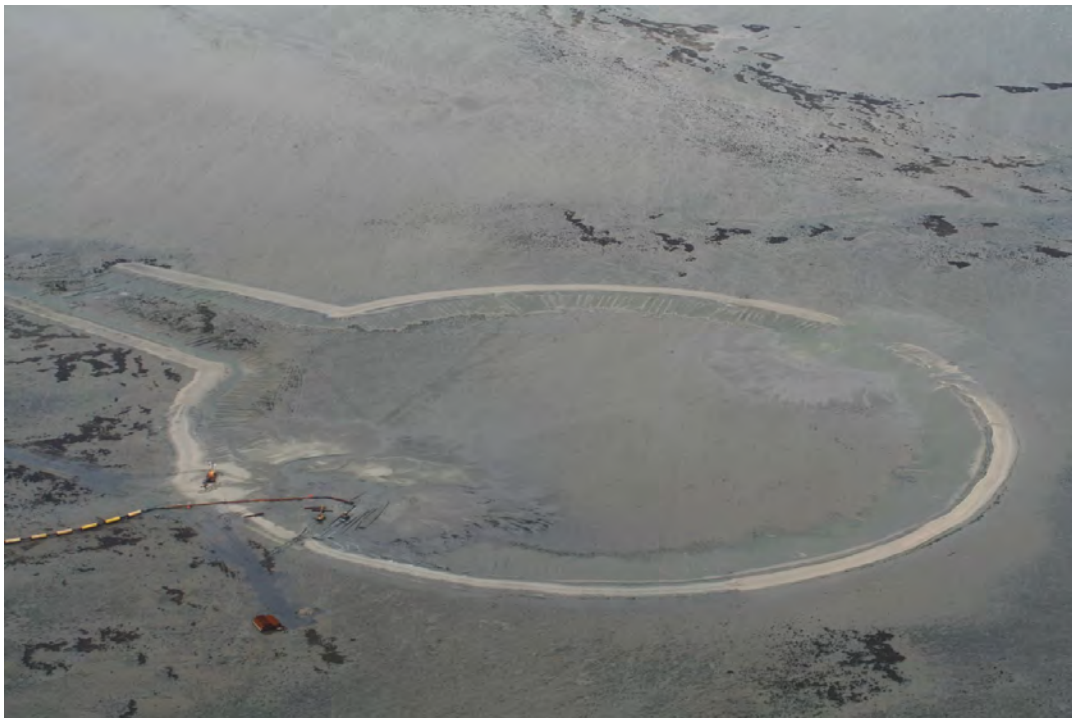
Hoe verloopt het herstel van de benthische macrofauna op de suppletielocatie op de Galgeplaat en welke (a)biotische factoren zijn bepalend voor de rekolonisatiesnelheid?

##### 1.5.1 DEELVRAGEN

- Hoe verloopt het herstel van de benthische macrofauna van de suppletielocatie op de Galgeplaat in ruimte en tijd in vergelijking met de referentiegebieden eromheen waar niet gesuppleerd is?
- Is de rekolonisatiesnelheid op de suppletielocatie zelf afhankelijk van verschillen in abiotische factoren zoals erosie/sedimentatie, korrelgrootte, droogvalduur en chlorofylgehalte?

#### 1.6 Leeswijzer

Er wordt gestart met een literatuurstudie om achtergrondinformatie over rekolonisatiepatronen van de benthische macrofauna te verkrijgen. Ook worden enkele soorten toegelicht die een belangrijke rol spelen in het verdere verloop van het onderzoek. In het derde hoofdstuk wordt een beknopte gebiedbeschrijving gegeven en wordt de proefsuppletie beschreven. Tevens wordt het monitoringsprogramma, de bemonstering van de benthische macrofauna en de bepaling van de (a)biotische factoren toegelicht. Verder wordt er uitleg gegeven over de methode die gebruikt is om de benthosdata en de (a)biotiek te analyseren. In het vierde hoofdstuk worden de resultaten beschreven van de temporele en de ruimtelijke verspreiding van het macrobenthos en tevens de analyse hiervan. Tot slot zullen de resultaten aan de hand van literatuur vergeleken en bediscussieerd worden in de discussie, waarna een conclusie van het geheel gegeven wordt zodat de hoofdvraag beantwoord wordt.



Figuur 2: Uitvoering van de suppletie op de Galgeplaat in 2008.

## 2 Achtergronden en literatuur

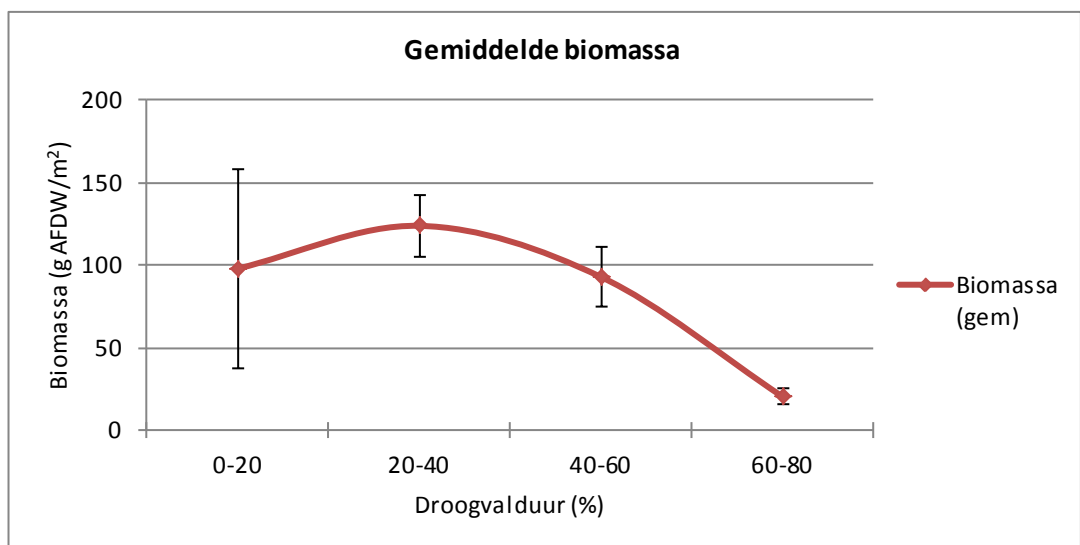
### 2.1 Mariene benthische fauna

De mariene benthische fauna kan in verschillende klassen worden opgedeeld, bijvoorbeeld aan de hand van de grootte van de organismen en hun levenswijze (positie ten opzichte van de bodem waar ze grotendeels leven). De groep die in de eerste 1 m zone boven de zeebodem leeft heet het hyperbenthos, welke veelal gedomineerd wordt door de aanwezigheid van aasgarnalen (*Mysida*). Het epibenthos is de benthische fauna die op het oppervlak van de bodem leeft. Hieronder bevinden zich voornamelijk grotere crustaceëen (bijvoorbeeld krabben) en benthische vissen zoals platvissen. Oesters en mosselen behoren tot het sessiele (vastzittende) epibenthos. De endobenthische fauna wordt gevonden in de bodem en kan weer onderscheiden worden in microbenthos, meiobenthos en macrobenthos (Goffin, 2006).

Het microbenthos is kleiner dan 38  $\mu\text{m}$  met onder andere klokdiertjes en bacteriën. Het meiobenthos is de benthische infauna kleiner dan 1 mm en groter dan 38  $\mu\text{m}$ , met als voornaamste groepen nematoden (rondwormen) en copepoden (roepootkreeftjes). Het macrobenthos is de benthische infauna groter dan 1 mm, voornamelijk bestaande uit bostelwormen (Polychaeta) en tweekleppigen (Bivalvia) (Speybroeck *et al.*, 2005). Het is deze laatste groep, de benthische macrofauna, die in deze studie bestudeerd wordt.

### 2.2 Benthische macrofauna

De benthische macrofauna is de voedselbron voor andere benthische soorten, vissen en wadvogels. Het voorkomen van macrobenthos is in belangrijke mate afhankelijk van de primaire productie, welke de belangrijkste voedselbron is van het macrobenthos (Van der Wal *et al.*, 2006). Dit zijn algen in het oppervlaktewater (fytoplankton), welke kunnen worden gefiltreerd door de tweekleppigen (bijv. mossel, kokkel), maar ook benthische algen welke ook wel het microfytobenthos wordt genoemd. Microfytobenthos zijn fotosynthetische eencellige algen, voornamelijk diatomeeën, die op de bovenste millimeters van het sediment leven. De macrobenthische fauna in het intergetijdengebied herbergt een rijk bodemleven en een hoge biomassa. (van Zanten & Adriaanse, 2008). In figuur 3 is de gemiddelde biomassa van de Galgeplaat, Krabbenkreek en de Roggenplaat bij vier verschillende droogvalduurpercentages (Troost & Ysebaert, 2011). Data afkomstig uit INTERECOS project 1989 (Meire *et al.*, 1994).



**Figuur 3: Gemiddelde biomassa van de Galgeplaat, Krabbenkreek en de Roggenplaat bij vier verschillende droogvalduurpercentages (Troost & Ysebaert, 2011). Data afkomstig uit INTERECOS project 1989 (Meire *et al.*, 1994).**



(Troost & Ysebaert, 2011). Vooral op de hogere delen, met een droogvalduurklasse van > 60%, neemt de biomassa sterk af.

Om de toestand van een intergetijdengebied te beoordelen wordt er vaak gebruik gemaakt van het bestuderen van de benthische macrofauna. De bodemdieren zijn hoofdzakelijk plaatsgebonden en zullen zich eenmaal gevestigd, in tegenstelling tot het hyper- en epibenthos, niet meer over grote afstanden verplaatsen. Veranderingen die in de bodemfauna afspelen zijn daarom ook vaak een afspiegeling van de lokale omstandigheden die veroorzaakt kunnen worden door natuurlijke of menselijke invloeden (Essink, 2005).

Na verstoring, zoals in dit onderzoek een suppletie, kan de rekolonisatie van het macrobenthos een indicator zijn voor de voedselsituatie van diergroepen die de benthische macrofauna gebruiken als voedselbron (met name de steltlopers op de intergetijdengebieden).

## 2.3 Ecologisch profiel van verschillende benthische soorten

Onderstaand zullen vijf soorten beschreven worden welke een belangrijke functie hebben binnen de bodemdiergemeenschap van de Galgeplaat. Het zijn voornamelijk soorten met een hoge biomassa of dichtheid en/of een belangrijke rol spelen als voedsel voor steltlopers.

### 2.3.1 SCHELPKOKERWORM (*LANICE CONCHILEGA*)

De schelpkokerworm behoort tot de klasse Polychaeta, de borstelwormen. Het is een veel voorkomende soort in de Nederlandse mariene wateren en komt voor vanaf de laagwaterlijn tot een diepte van enkele tientallen meters. (Peletier & Janssen, 2004). In het intergetijdengebied heeft het lage intergetijdengebied met een korte droogvalduur de voorkeur, zoals ook te zien is in figuur 11 - pag. 9 (Escaravage *et al.*, 2003).



Figuur 4: De schelpkokerworm (*Lanice conchilega*) op een droogvallende plaat. (foto: Oscar Bos)

*Lanice conchilega* leeft in een koker van schelpstukjes en zand die hij zelf maakt met behulp van afscheidingsproducten uit de klieren. De koker kan tot 20 cm diep in de bodem zitten en steekt circa 3-5 cm boven het sediment uit (zie figuur 4) waarmee hij voedsel invangt wat bestaat uit fytoplankton, zoöplankton en detritus (RIKZ, 2007). De larvenproductie van *Lanice* komt voor tussen april en oktober waarna deze tot 60 dagen als plankton in het water met de stroming meegevoerd worden. Zo kunnen ze, afhankelijk van de stroming, grote afstanden afleggen voordat ze zich vestigen (marlin.ac.uk).

*Lanice conchilega* is een passieve filteraar wat inhoudt dat hij afhankelijk is van het voedsel dat langs stroomt en dit met de tentakels, die aan de bovenkant van de kop zitten, kan invangen. Dit in tegenstelling tot andere 'filter-feeders' zoals de mossel die actief water kan pompen. De soort kan in grote dichtheden voorkomen tot wel 3000 ind/m<sup>2</sup>. Een hoge densiteit van de soort kan er voor zorgen dat sedimenttransport over de bodem wordt gereduceerd en zelfs kan worden ingevangen. Om deze reden wordt de zandkokerworm ook wel een 'ecosysteem engineer' genoemd (van Hoey *et al.*, 2008). De optimale saliniteit die op basis van modelberekeningen is bepaald ligt tussen 24 en 27 ‰ (RIKZ, 2004). De soort houdt van relatief sterke stroming of sterke golfbeweging en komt vooral voor op zandbodems, maar ook in slibbodems tussen stenen en rotsen (RIKZ, 2007). De predatiedruk op *Lanice conchilega* is groot, vooral op de intergetijdengebieden waar veel steltlopers foerageren.



### 2.3.2 KOKKEL (*CERASTODERMA EDULE*)

De kokkel behoort tot de klasse Bivalvia, de tweekleppigen. De soort komt veel voor in het lage intergetijdengebied van de Waddenzee en de Oosterschelde waar de soort grote banken kan vormen. In figuur 6 is de gemiddelde biomassa van de kokkel van drie gebieden uitgezet tegen de droogvalduur waaruit afgeleid kan worden dat de kokkel meerendeel in het lage intergetijdengebied voorkomt (figuur naar Troost & Ysebaert, 2011).

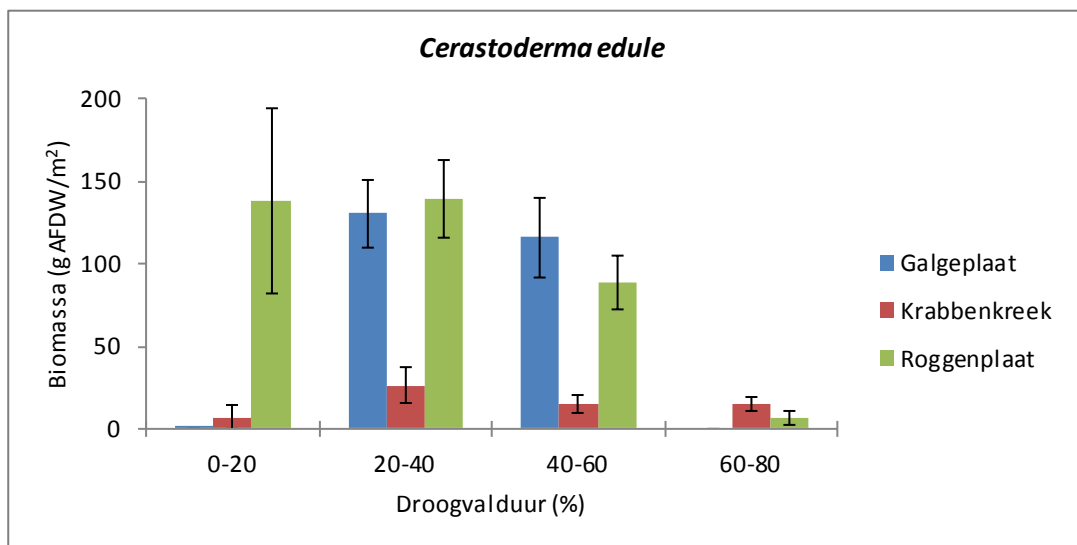


**Figuur 5: De gewone kokkel (*Cerastoderma edule*).**  
(foto Jenny Schweibel)

De kokkel kan circa 7 jaar oud worden en leeft tot vijf cm diep ingegraven in zand, slib of fijn grind (ecomare.nl). De kokkel heeft twee buisjes (sifons) die boven het zand uitsteken om te kunnen filteren. De kokkel voedt zich met gesuspenderd materiaal wat zich in de waterkolom bevindt, voornamelijk fytoplankton. De broedval vindt plaats in het voorjaar en is over het algemeen voor kokkels en andere schelpdieren na een koude winter hoger dan na mildere of warmere winters (Beukema, 1992).

Een hoge slibfractie heeft invloed op de groeisnelheid van kokkels omdat dit de filtersnelheid reduceert. Van Kessel (2003) en Kater *et al.* (2004) hebben met modellen de habitatgeschiktheid voor de kokkel in de Oosterschelde bepaald. Hieruit bleek dat de droogvalduur en de stroomsnelheid belangrijke parameters zijn voor de ontwikkeling van kokkels. Een lange droogvalduur zorgt voor een kortere filtratietijd wat resulteert in een verminderde voedselopname. Hierdoor zal de kokkel zich minder snel ontwikkelen en voorkomen op de hogere gebieden. De optimale droogvalduur voor de kokkel stelde Van Kessel (2003) en Kater *et al.* (2004) op 35% per getij. Voor de stroomsnelheid werd een optimum van 25 cm/s berekend. Stroomsnelheid is in het kader van voedselvoorziening ook van belang doordat een te lage stroomsnelheid te weinig voedingsstoffen aanvoert, maar een te hoge stroomsnelheid kan leiden tot het uitspoelen van kokkels (publicwiki.deltares.nl).

De predatiedruk op de kokkels is groot. De kokkellarven zijn het voedsel voor planktoneters en de volwassen kokkels worden gegeten door verschillende vogels. Bij laagwater foerageren zilvermeeuwen, kanoetstrandlopers en vooral de scholeksters op de kokkel, welke ook grote exemplaren kunnen verschalken. Wanneer het hoogwater, is vindt er tevens nog predatie op de kokkels plaats door eidereenden en zee-eenden die naar de bodem duiken (wadloopgids.nl).



**Figuur 6: Gemiddelde biomassa van *Cerastoderma edule* voor drie intergetijdengebieden in de Oosterschelde uitgezet tegen vier verschillende droogvalduurpercentages (Troost & Ysebaert, 2011).**

### 2.3.3 ZANDKOKERWORM (*Pygospio elegans*)

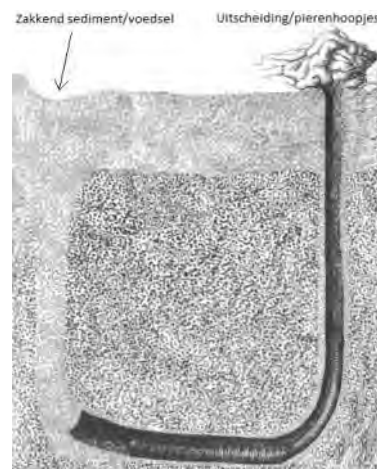
De zandkokerworm behoort evenals de schelpkokerworm tot de klasse Polychaeta, de borstelwormen. De zandkokerworm komt in de Nederlandse mariene wateren veelvuldig voor. De soort kan voorkomen vanaf de lagere supralitorale gebieden tot circa 100 m diep en tolereert een zoutgehalte van 2 ‰ tot zeer hoge saliniteitswaarden (Morgan *et al.*, 1999). Zoals eerder vermeld is de soort zeer opportunistisch en is daarmee een snelle kolonisator. Omdat de soort zich snel kan voortplanten, kan de soort in zeer hoge dichtheden voorkomen. Craeymeersch (1991) beschrijft een dichtheid tot circa 5000 ind/m<sup>2</sup> gemeten over een periode van twee jaar in de Oosterschelde. De zandkokerworm heeft ongeveer een diameter van 1 mm en een lengte tot circa 15 mm (Morgan *et al.*, 1999; Fish & Fish, 2011). De kokers die hij maakt van slijm en zand kunnen circa 10 cm worden. Ze leven van plankton dat ze vangen met kleverige tentakels en met rijen van trilharen naar hun mond brengen. Net als de schelpkokerworm heeft deze soort, wanneer ze in grote dichtheden voorkomen, een sediment stabiliserende werking (zie figuur 7). Bij een hoge populatiedichtheid worden dit ook wel 'tube-beds' genoemd die het sedimentoppervlak tot wel tientallen centimeters kan verhogen (Morgan *et al.*, 1999).



Figuur 7: De zandkokerworm (*Pygospio elegans*).  
(foto: Renee Lefeber)

### 2.3.4 WADPIER (*Arenicola marina*)

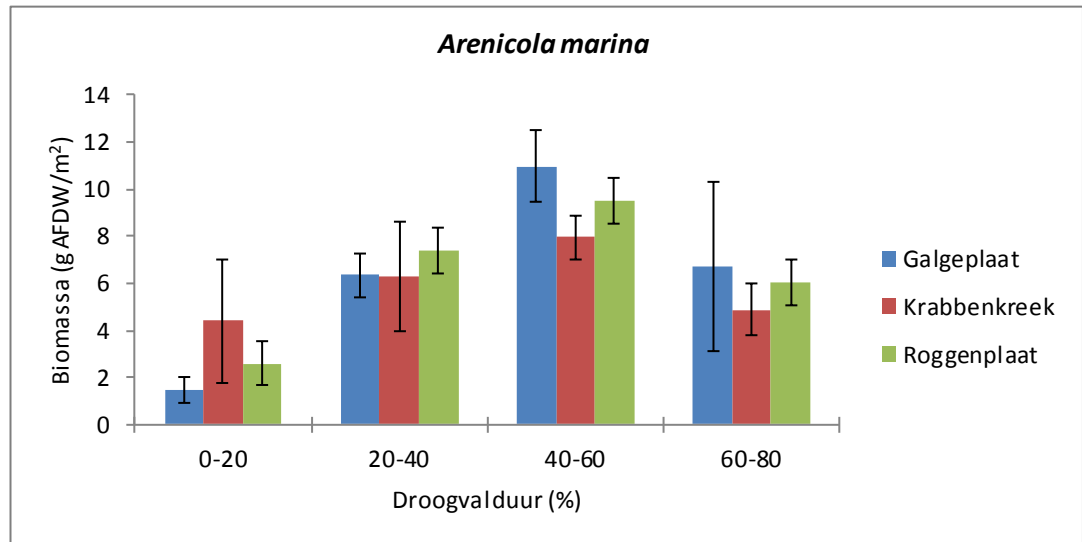
De wadpier is een borstelworm en komt in Nederland voornamelijk voor in de intergetijdenzone van de Westerschelde, Oosterschelde en de Waddenzee. De optimale droogvalduur is 40-60 % hetgeen ook te zien is in figuur 9 (Troost & Ysebaert, 2011). De wadpier bereikt doorgaans een lengte van 10-20 cm en kan minstens 6 jaar oud worden. Het dier leeft in de bodem waar hij L- tot J-vormige gangen graaft. Een volwassen wadpier leeft tot wel 40 cm in de grond. De wadpier heeft een voorkeur voor zandbodems met een fijne tot middelfijne korrelgrootte en komt op dit substraat in hoge dichtheden voor tot circa 70 ind/m<sup>2</sup> (Bijkerk & Dekker, 1991). De wadpier leeft voornamelijk in het horizontale gedeelte van de gang met de kop in de blinde kant van de gang (zie figuur 8). Hij verteert het wegzakkende sediment dat boven het blinde uiteinde in een soort trechter naar beneden zakt. De wadpier voedt zich met de gemakkelijk verteerbare voedingsstoffen die zich in het zand bevinden zoals detritus en microfytobenthos. Uit het andere open uiteinde van de gang worden de zandkorrels en het andere niet voedzame materiaal uitgescheiden wat de karakteristieke pierenhoopjes tot gevolg heeft. Tevens wordt het open uiteinde gebruikt om water binnen te laten waaruit de worm zijn zuurstof haalt om te leven.



Figuur 8: De wadpier (*Arenicola marina*).

Bij laag water foerageren diverse steltlopers als de wulp, de rosse grutto en de scholekster op de wadpier. Bij hoog water vormen volwassen wadpiereen een belangrijk prooidier voor schol en bot. In de meeste gevallen happen deze platvissen alleen de staarteinden van de wormen af, die gemakkelijk regenereren. Jonge exemplaren worden tevens geconsumeerd door carnivore platwormen en de zeeduizendpoot (Bijkerk & Dekker, 1991). De migratie van de wadpier gebeurt veelal 's winters wanneer het water kouder wordt. De wadpier zwemt dan naar dieper en warmer

gelegen wateren. Buiten het winterseizoen migreert de wadpier ook (Bijkerk & Dekker, 1991), vermoedelijk als er verstoring plaatsvindt zoals olie-afzetting, een accumulatie van wier, of ruimtegebrek. Dit verklaart waarom opengevallen plaatsen binnen enkele dagen (Newell, 1948) tot een maand (Blake, 1979; McLusky *et al.*, 1983) opnieuw bezet zijn wat wijst op een spoedige kolonisatie (Bijkerk & Dekker, 1991).



**Figuur 9: Gemiddelde biomassa van *Arenicola marina* voor drie intergetijdengebieden in de Oosterschelde uitgezet tegen vier verschillende droogvalduurpercentages (Troost & Ysebaert, 2011).**

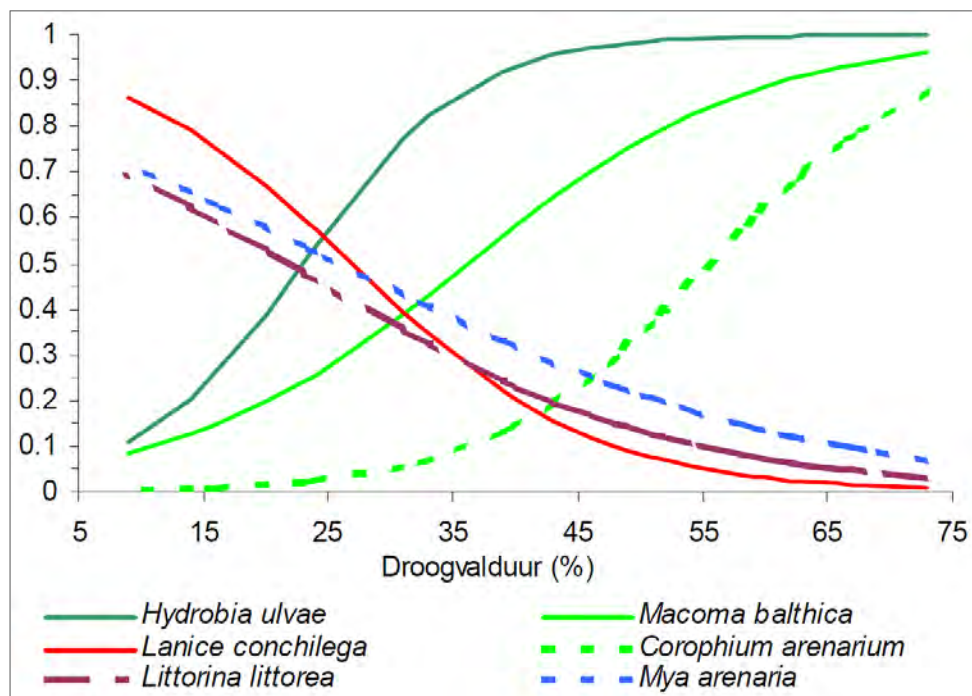
#### 2.3.5 WADSLAKJE (*HYDROBIA ULVAE*)

Het wadslakje behoort tot de Gastropoda, de slakken of buikpotigen en valt onder de kleinere slakkensoorten van enkele millimeters groot (zie figuur 10). Deze kleine grazer komt voor op het wad en in de deltagebieden tot 20 m diepte. De soort geeft de voorkeur aan hoger gelegen gebieden met een langere droogvalduur wat ook terug te zien is in figuur 11 (Geurts van Kessel, 2004; Escaravage *et al.*, 2003). De soort kan in grote dichtheden voorkomen met plaatselijk tot 70.000 ind/m<sup>2</sup> (anemoon.org).



**Figuur 10: Het wadslakje (*Hydrobia ulvae*). (foto: Heiko Brunken)**

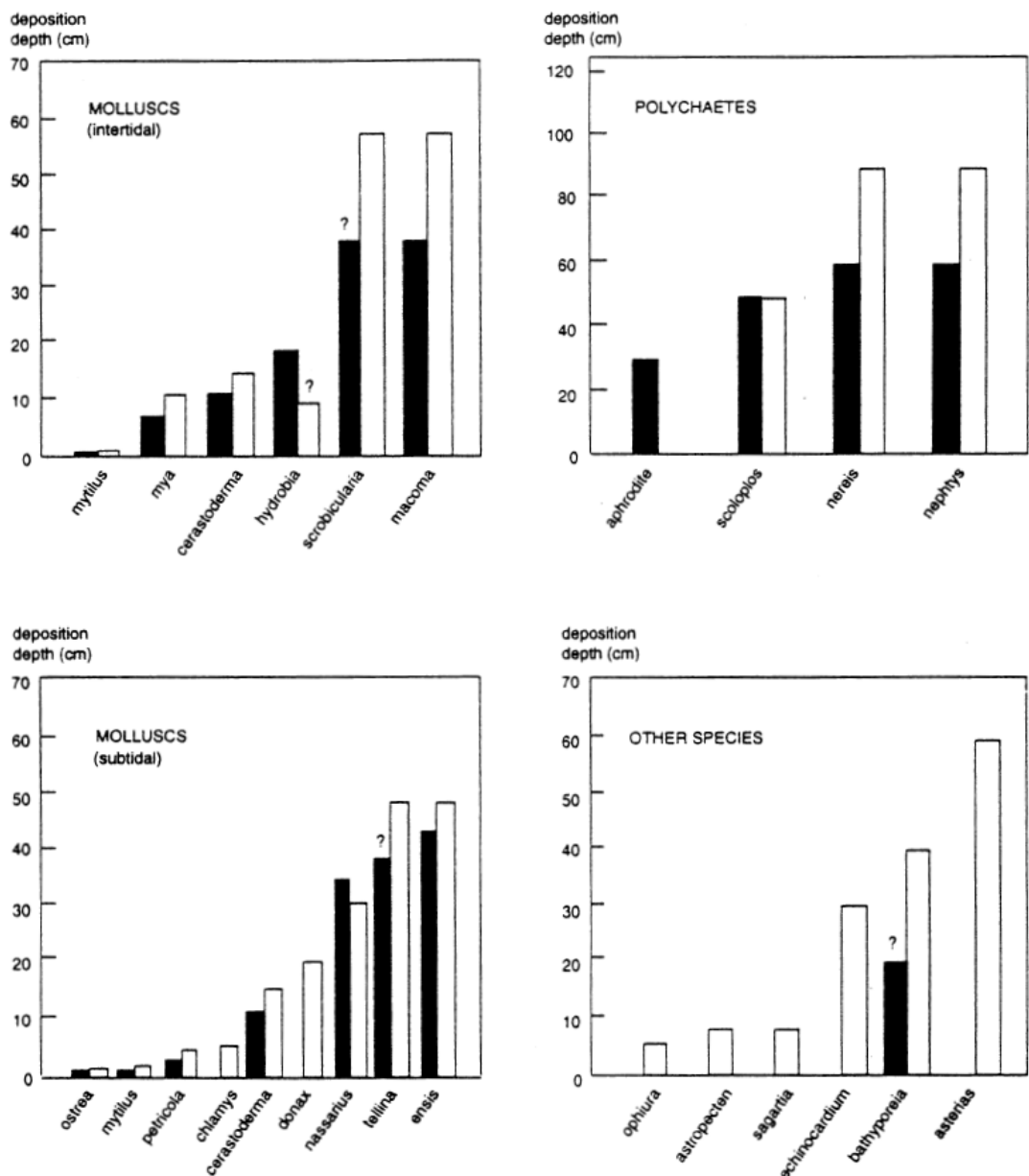
Het wadslakje kan zeer lage saliniteitswaarden tolereren tot bijna zoet water en wordt daarom in Nederland ook wel het brakwaterhorentje genoemd (soortenbank.nl). Het slakje komt voor op zand en slib waar hij graast op voornamelijk diatomeeën. Het wadslakje kan zich door een speciale techniek snel voortbewegen. Wanneer het vloed wordt produceert hij schuimbellen waaraan hij kan hangen in het water (Little & Nix, 1976; ecomare.nl). Zo kunnen ze in grote getale met de stroom mee gevoerd worden. Het wadslakje zelf is het favoriete voedsel van de bergeend die foereert op de intergetijdengebieden (ecomare.nl).



Figuur 11: Waarschijnlijkheid (P) van voorkomen van enkele bodemdieren uitgezet tegen de droogvalduur voor de Oosterschelde (Escaravage *et al.*, 2003).

## 2.4 Effecten door bedekking

Bijkerk (1988) deed een uitvoerig onderzoek naar de effecten van verhoogde sedimentatie en baggerwerkzaamheden op de benthische macrofauna. Voor veel soorten beschreef hij bij welke begravingstoepte de kans op overleving zeer gering werd. Dit noemde hij de 'fatale diepte', welke is berekend voor zand en voor slib. In figuur 12 is voor verschillende bodemdieren te zien wat de fatale diepte is voor zowel zand als slib (zand wordt getoond door de witte balken en slib door de zwarte balken). Essink (1999) beschrijft een veldwaarneming waar 850000 m<sup>3</sup> zand gestort is in Eemsmonding in oktober 1990. Na de stort van 3 weken was een afname van de soortenrijkdom merkbaar voor de belangrijkste soorten. De afname was voornamelijk zichtbaar bij een storthoogte vanaf 30 cm. *Nephtys hombergii* bleek bij 30 cm gevoeliger te zijn dan Bijkerk (1988) beschrijft (zie figuur 12). Ook *Macoma balthica* verminderde meer dan de de ruim 50 cm die in de onderstaande figuur te zien is. *Scoloplos armiger* verdween bijna geheel bij 30 cm bedekking.



Figuur 12: De fatale diepte bij incidentele bedekking voor enkele macrobenthische soorten. Bedekking door zand wordt getoond door de witte balken en slib door de zwarte balken (figuur uit Essink, 1999 naar de gegevens van Bijkerk 1988).



*Bathyporeia* sp. verdween bijna geheel op de stortlocatie en is in overeenstemming met de literatuur van Bijkerk. De gevonden verschillen kunnen mede te danken zijn aan de temperatuur welke een belangrijke factor is voor de overlevingskans van bodemdieren. In de zomer, wanneer de temperatuur hoger is, zullen er minder bodemdieren overleven. Bodemdieren die niet mobiel zijn kunnen in winterse temperaturen soms lang overleven maar overleven de bedekking uiteindelijk niet. Uit de literatuurstudie van Bijkerk (1988) en de bevindingen van Essink (1999) kan geconcludeerd worden dat het bodemleven na de proefsuppletie op de Galgeplaat in 2008 (waar circa 65 cm zand is gesuppleerd) voor het grootste gedeelte dood is.

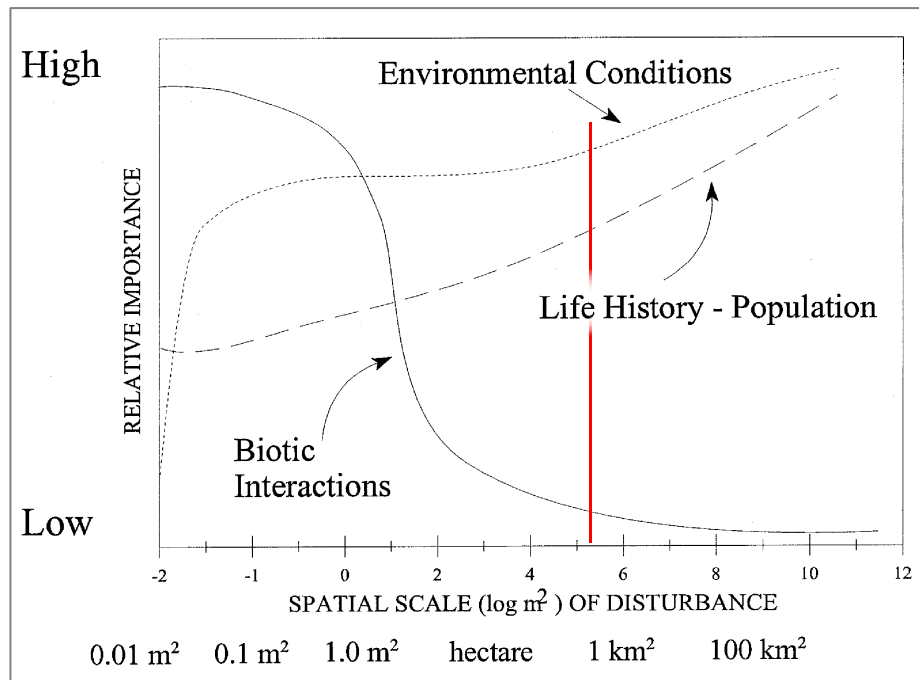
## 2.5 Rekolonisatie van benthische macrofauna

Er zijn verschillende onderzoeken uitgevoerd naar de rekolonisatie van de benthische macrofauna na een verstoring of verandering van habitat. Van Colen *et al.* (2008) voerden een experimenteel onderzoek uit naar de rekolonisatie van de benthische macrofauna in een volledig dood gebied als gevolg van hypoxie (zuurstofgebrek). De hypoxiewaarden werden bereikt door drie gebieden van 16 m<sup>2</sup> gedurende 40 dagen volledig af te dekken met afdekzeil. Drie andere gebieden van 16 m<sup>2</sup> dienden als referentiegebieden. Na het verwijderen van het afdekzeil is gedurende een half jaar het macrobenthos gemonitord. De rekolonisatie werd voornamelijk bepaald door soorten in het juveniele stadia. De kolonisatie van het gebied startte met het wadslakje *Hydrobia ulvae* gevolgd door de zandkokerworm *Pygospio elegans*, de veelkleurige zeeduizendpoot *Nereis diversicolor*, het nonnetje *Macoma balthica* en de borstelworm *Polydora cornuta*.

Vooraf *Hydrobia* en *Pygospio* zijn zeer snelle kolonisators, de zogenaamde opportunisten (van Colen *et al.*, 2008). Ook Morgan *et al.* (1999) schrijven dat *Pygospio elegans* een soort is die snel verstoorte gebieden kan koloniseren en in korte tijd in grote dichtheden kan voorkomen. Tevens schrijven Morgan *et al.* dat de slangpier *Capitella capitata* en leden van de familie Spionidae ook snelle kolonisators zijn welke ook voorkomen in de Oosterschelde. Laatstgenoemde soortgroepen worden ook wel de r-strategen genoemd. Over het algemeen zijn dit de soorten die vroegrijp, een grote reproductiesnelheid hebben en vaak niet ouder worden dan 1 jaar (Lavaleye, 1999). Tevens verplaatsen deze zich sneller dan de zogenaamde K-strategen welke een langere levensduur, een late geslachtsrijpheid en een lage reproductiesnelheid hebben (van Hal, 2011; Lavaleye, 1999). Een voorbeeld van enkele K-strategen zijn de kokkel *Cerastoderma edule*, de wadpier *Arenicola marina* en de schelpkokerworm *Janice conchilega*.

Dergelijke verstoringen zoals een suppletie zullen er voor zorgen dat de r-strategen een voor-sprong hebben om het gebied te koloniseren. Dergelijke r-strategen hebben een grote verspreiding binnen de populatie maar zullen na verloop van tijd minder worden doordat de K-strategen de overhand nemen (Lavaleye, 1999).

Zajac *et al.* (1998) onderzochten de rekolonisatie in mariene 'soft sediment' habitats op verschillende ruimtelijke schalen van verstoring. Voor een verstoring op kleine schaal beïnvloeden levenswijze en populatieprocessen (larvenproductie en migratiemogelijkheden) van bodemdieren en biotische interacties de rekolonisatie. Bij grotere verstoorte gebieden zijn de omgevingsfactoren, levenswijze en populatieprocessen belangrijker (zie figuur 13). In de figuur is met een rode lijn het impactgebied op de Galgeplaat weergegeven dat 20 ha bedraagt ( $\text{LOG}(200.000 \text{ m}^2) = 5,3$ ). Voor deze studie is te concluderen dat de kolonisatie door de omvang van de suppletie vooral afhankelijk is van de omgevingsfactoren welke een sturende factor is (suppletiehoogte, korrelgrootte, manier van suppleren op lange of korte termijn). De rekolonisatie op de suppletie is tevens afhankelijk van leefwijze, condities, larvenproductie en de migratiemogelijkheden van de bodemfauna.



Figuur 13: Rekolonisatieprocessen uitgezet tegen de mate van verstoring (Zajac *et al.*, 1998). De rode lijn stelt de verstoringsschaal van de proefsuppletie op de Galgeplaat voor.

## 3 Materiaal en methode

### 3.1 Gebiedsbeschrijving

De Oosterschelde is een voormalig estuarium in de provincie Zeeland en is met de bouw van de compartimeringswerken en de halfopen stormvloedkering veranderd in een ondiepe baai met zout water en een gedempt getij (zie figuur 14). Het gebied herbergt de belangrijkste getijdenna-tuur van Zuidwest Nederland in de vorm van droogvallende platen slikken en schorren met de daarbij behorende grote hoeveelheden foeragerende en rustende steltlopers (synbiosys.alterra.nl). Voor veel steltlopers zijn deze voedselrijke gebieden van groot belang op hun jaarlijkse trekroutes van noord naar zuid en terug (van Zanten & Adriaanse, 2008). De onderwaterwereld in de Oosterschelde herbergt talloze soorten mariene organismen en wordt ook wel de “kraamkamer van de Noordzee” genoemd. Door deze hoge natuurwaarden heeft de Oosterschelde in 2002 de status gekregen van Nationaal Park en wordt beschermd onder de EU Vogel- en Habitatrichtlijn en de Conventie van Ramsar (Ysebaert *et al.*, 2008). Met 370 km<sup>2</sup> is de Oosterschelde het grootste nationale park van Nederland (Ministerie LNV, 2005). Het projectgebied betreft de Galgeplaat, een intergetijdengebied met een areaal van circa 950 ha. Het is na de Roggenplaat de grootste plaat in de Oosterschelde en is sterk onderhevig aan erosie; het in hoofdstuk 1 beschreven fenomeen zandhonger.



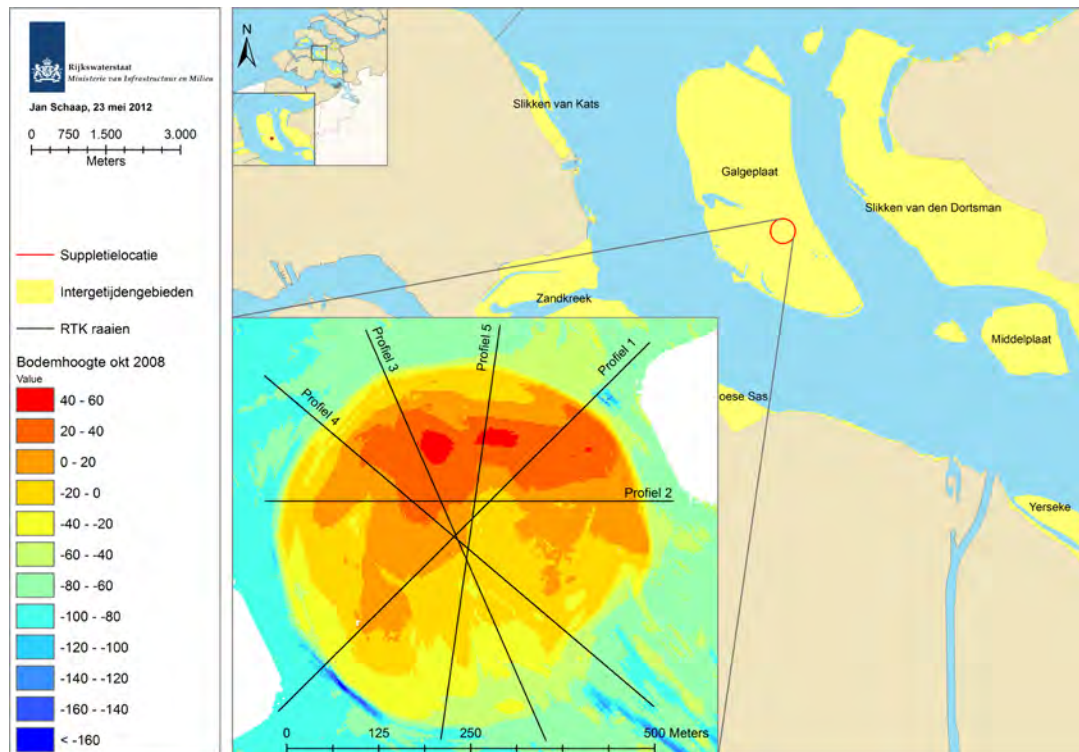
**Figuur 14: Afbakening van o.a. de Oosterschelde door Deltawerken.**

### 3.2 Proefsuppletie Galgeplaat

Eind augustus – begin september 2008 heeft Rijkswaterstaat in het kader van de MIRT verkenning Zandhonger een proefsuppletie uitgevoerd op de Galgeplaat. Het doel van de suppletie was om inzicht te verkrijgen in de ecologische en morfologische processen ten gevolge van de suppletie. Op het zuidoostelijke gedeelte van de Galgeplaat is een gebied gesuppleerd met een diameter van 500 m en een oppervlakte van ongeveer 20 ha. Er is ongeveer 130000 m<sup>3</sup> zand gebruikt dat afkomstig was van de onderhoudsbaggerwerkzaamheden van de oostelijk gelegen getijdegeulen Witte Tonnen Vlije en het Brabantsche Vaarwater. Het zand is gesuppleerd tussen de -0.6 en +0.4 m NAP. De suppletiehoogte bedroeg gemiddeld 65 cm.

De hoogte van de suppletie is niet op de hele suppletie gelijkmatig. In het zuidoosten loopt de suppletie meer af en aan de noordkant bevindt zich een ‘bult’. Hierdoor is er meer heterogeniteit binnen de suppletie waardoor dit meer kansen biedt voor de monitoring van de suppletie. In figuur 15 is een overzicht te zien waar de suppletie is aangelegd en hoe de bodemhoogte varieert over de suppletie. In deze figuur zijn ook de raaien aangegeven die zijn gebruikt voor het bepalen van de hoogte. De vijf hoogteprofielen van deze raaien zijn te zien in bijlage 1.





Figuur 15: Overzichts- en detailweergave van het projectgebied.

### 3.3 Monitoringprogramma proefsuppletie

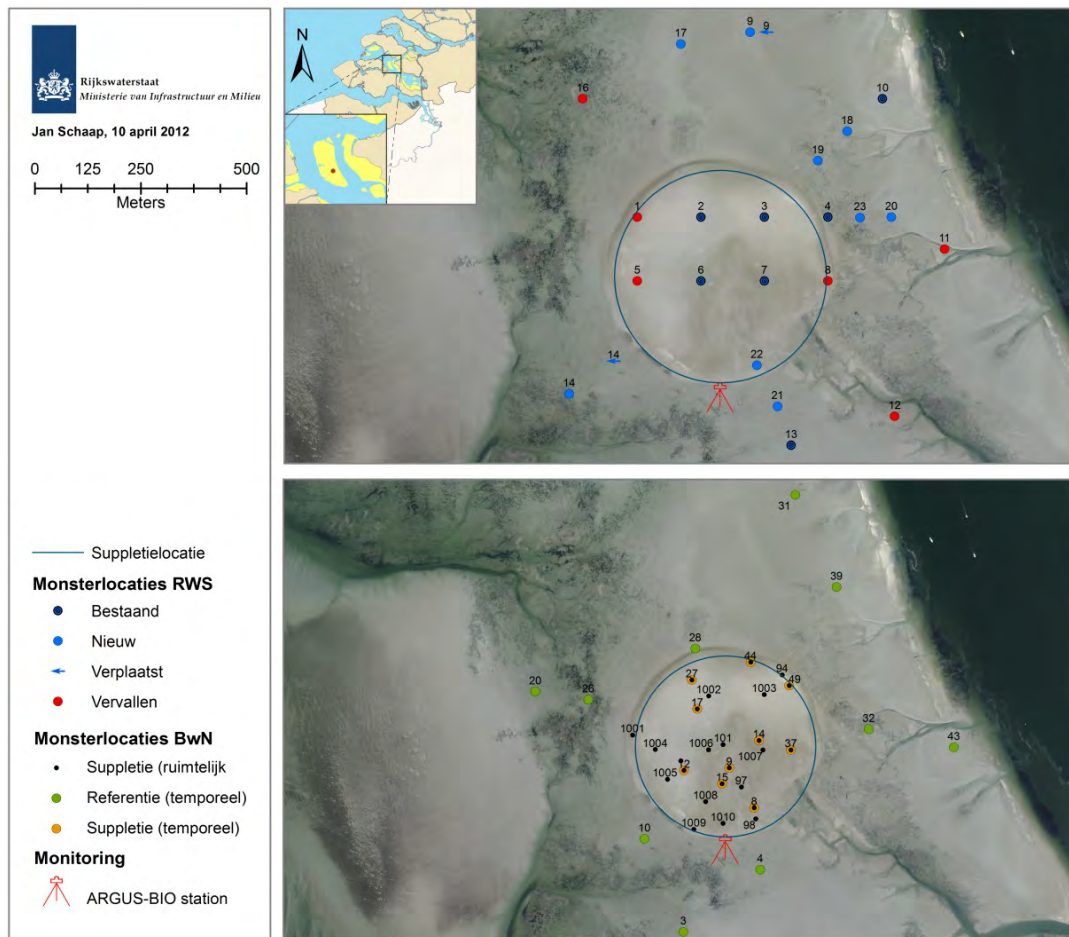
Nog voor de uitvoering van de suppletie is een monitoringprogramma opgezet door Rijkswaterstaat waarin staat beschreven hoe de monitoring ten uitvoer gebracht zal worden (Ramaekers, 2008). Monitoring van de suppletie is van groot belang om de ontwikkeling van veranderingen en herstel te kunnen volgen. Deze gegevens kunnen in de toekomst tevens gebruikt worden voor nieuwe suppleties in de Oosterschelde.

De monitoring richt zich op het sedimenttransport, de morfologische, ecologische en de hydrodynamische ontwikkeling van de suppletie. De verschillende parameters worden uitgevoerd door verschillende partijen. Vanuit het innovatieprogramma Building with Nature (BwN) van Ecoshape zijn er aanvullende bemonsteringen en metingen verricht. Het ARGUS BIO station dat hier een onderdeel van is, registreert met behulp van camera's de ontwikkeling van de plaat en het voorkomen van steltlopers op het gesuppleerde gebied.

### 3.4 Bemonstering benthische macrofauna

Rijkswaterstaat is in oktober 2007 gestart met de t0 meting waarna vanaf oktober 2008 er jaarlijks een bemonstering is uitgevoerd. Bij de tweede bemonstering in 2008 zijn een aantal bemonsteringslocaties verplaatst en vervallen (zie figuur 16 – pag.15). In aanvulling op het monitoringprogramma van Rijkswaterstaat zijn er door Building with Nature extra monsterlocaties toegevoegd om een beter beeld te krijgen van de rekolonisatie van bodemdieren welke ook te zien zijn in figuur 16. De bemonstering die uitgevoerd is door IMARES en het NIOO CEME (nu NIOZ) is gestart vlak voor de suppletie in 2008 (t0) en in het najaar van 2008. In de daaropvolgende jaren is 3 maal per jaar (voorjaar, zomer en najaar) een bemonstering uitgevoerd. Vanaf 2009 zijn er voor de suppletie 15 locaties aan toegevoegd om het inzicht in de ruimtelijke ontwikkeling van de bodemfauna op de suppletie te vergroten. Tijdens de bemonstering worden er per monsterlocatie drie monsters genomen en direct gezeefd zodat er alleen (lege) schelpen en bodemdieren overblijven. Alle

monsters worden eenmaal in het laboratorium gefixeerd met pH-geneutraliseerde formaldehyde zodat ze in dezelfde omstandigheden bewaard blijven. Het determineren van de monsters begint met het handmatig uitzoeken van al het macrobenthos dat in het monster aanwezig is. Hierna wordt er met behulp van een binoculair en wanneer nodig een microscoop de verschillende individuen zover mogelijk gedetermineerd. Per soort wordt de dichtheid (d.m.v. het aantal koppen) en de biomassa bepaald.



Figuur 16: Bemonsteringlocaties van Rijkswaterstaat en Building with Nature (achtergrond: situatie 2011).

### 3.5 (A)biotische factoren

Om de relatie van het macrobenthos en de omgeving te kunnen analyseren is er rekening gehouden met verschillende parameters, te weten: sedimentatie/erosie, korrelgrootte, bodemhoogte en het chlorofylgehalte. Aanvankelijk was er de intentie om ook de relatie van macrobenthos met natte en droge gebieden te analyseren maar door onvolledige data was dit niet mogelijk.

De korrelgrootte en het gehalte chlorofyl (a) is bepaald aan de hand van de sedimentmonsters, die op elke monsterlocatie in drievoud samen met de bodemdierbemonstering genomen is. Analyses zijn uitgevoerd bij het NIOZ. De korrelgrootte is bepaald met een Malvern (lasterdiffractie methode), en in dit rapport zijn de fracties slib, fijn, zand en mediane korrelgrootte ( $D_{50}$ ) gebruikt. De mediane korrelgrootte is bepaald aan de hand van het totale bodemmonster. Het gehalte chlorofyl (a) is bepaald per gram sediment en wordt weergegeven in  $\mu\text{g/g}$  sediment. De hoogte is door

Rijkswaterstaat bepaald door RTK/dGPS<sup>1</sup> metingen en met behulp van single- en multibeam. Voor de hoogte op de suppletie is gebruik gemaakt van de RTK metingen. Deze hoogte wordt meerdere malen per jaar handmatig vastgesteld door over vastgestelde raaien te lopen die over de suppletie heen liggen. Het gebied dat buiten de dekking van de RTK raaien ligt, met name het referentiegebied, wordt met singlebeam en/of multibeams gemeten welke mede is gebruikt voor het onderzoek. De parameter sedimentatie/erosie is eenvoudig verkregen door de functie Raster Math 'Minus' in ArcGIS toe te passen op twee hoogtekarten. Voor elke locatie en bemonsteringsdatum is de sedimentatie/erosie berekend in cm per week, telkens gerekend vanaf de vorige bemonstering.

### 3.6 Analyse benthische macrofauna

Voor de analyse is gebruikt gemaakt van de dataset van BwN omdat dit de meest uitgebreide dataset is. Er is een temporele en een ruimtelijke analyse uitgevoerd. De temporele analyse maakt gebruik van 10 monsterpunten voor zowel de suppletielocatie als referentiegebied (zie tabel 1). De ruimtelijke analyse maakt gebruik van 25 monsterpunten op de suppletielocatie. Aangezien de 15 extra monsterpunten vanaf 2009 toegevoegd zijn, is de ruimtelijke analyse uitgevoerd voor 2009-2011 (zie tabel 1). Zie voor de ligging van de monsterpunten ook figuur 16.

**Tabel 1: Gebruikte aantal monsterlocaties voor de temporele en de ruimtelijke analyse. Het lege veld is nog niet gedetermineerd (situatie april 2012).**

Bemonsteringsdatum	Temporele analyse		Ruimtelijke analyse
	REF	SUP	SUP
t0 – Jun 2008	10	10	Geen extra bemonstering
t1 – Okt 2008	10	10	Geen extra bemonstering
t2 – Apr 2009	10	10	Geen extra bemonstering
t3 – Jul 2009	10	10	10 + 15
t4 – Okt 2009	10	10	10 + 15
t5 – Apr 2010	10	10	-
t6 – Jul 2010	10	10	10 + 15
t7 – Okt 2010	10	10	10 + 15
t8 – Jul 2011	10	10	10 + 15
t9 – Nov 2011	10	10	10 + 15

Voor de analyse zijn de data verder verdeeld in taxonomische groepen. Deze onderverdeling betreft de onderstaande zeven groepen.

- Polychaeta (borstelwormen)
- Bivalvia (tweekleppigen)
- Decapoda (tienpotigen)
- Gastropoda (slakken)
- Amphipoda (vlokreeften)
- Oligochaeta (ringwormen)
- Overig

De groep "overig" beslaat een aantal soorten die in kleine hoeveelheden in de monsters zijn aangetroffen en vaak slecht op soort niveau waren te determineren.

<sup>1</sup> RTK-dGPS: 'Real Time Kinematic' - 'differential Global Positioning System' nauwkeurigheid 0,03m.

Van alle gedetermineerde soorten is de dichtheid in ind/m<sup>2</sup> en de biomassa in asvrijdrooggewicht (AFDW) in mg/m<sup>2</sup> bepaald. Met deze gegevens is een totaalbeeld gemaakt van de temporele en ruimtelijke ontwikkeling. Per monsterdatum is het gemiddelde berekend van alle monsterlocaties op zowel de suppletielocatie als in het referentiegebied.

### 3.6.1 BIODIVERSITEIT EN SOORTENRIJKDOM

Met de data is eveneens de soortenrijkdom en de biodiversiteitsindex berekend. Voor de laatstgenoemde is gebruik gemaakt van de Shannon-Wiener index met de onderstaande formule.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \cdot \ln(p_i)$$

Hierin is:

$H'$  = de biodiversiteitsindex

$p_i = n_i/N$

$N$  = het totaal aantal individuen in een monster

$n_i$  = het aantal individuen van soort (taxon)  $i$

$S$  = het totaal aantal soorten (taxa) in een monster

De index is een maat voor de diversiteit van soorten, maar ook voor de verdeling van de dichtheden van iedere voorkomende soort binnen de gemeenschap (*evenness*). De waarde  $H'$  zal variëren tussen 0, wanneer er maar één soort binnen de populatie voorkomt, en een maximale waarde die het hoogst is bij hoge soortenrijdommen waarbij de dichtheden per soort gelijkmatig zijn (Hebberlinck, 2010). Wanneer een soort zeer dominant in een gemeenschap voorkomt zal de diversiteitsindex dus lager zijn. Dit is ook te zien in dit onderzoek waarin *Hydrobia ulvae* (het wadslakje) in bepaalde perioden een erg dominante soort is.

De soortenrijkdom is een gemiddelde van alle locaties per gebied en is bepaald over het totaal aantal soorten per bemonsteringsdatum.

### 3.6.2 GEMEENSCHAPSANALYSE

De complete bodemdiergemeenschap, dit zijn alle soorten die in een bepaald monster of op een bepaalde plek voorkomen (uitgedrukt in dichtheid of biomassa per soort), is geanalyseerd met het computerprogramma PRIMER-E v6. Het doel hiervan is om de variatie in dichtheid en biomassa van de bodemdiergemeenschap in beeld te brengen en zo een duidelijk beeld te krijgen van de impact van de suppletie en het herstel. Eerst is de monsterdata onderworpen aan de Bray-Curtis formule om de mate van overeenkomst (*similarity*) tussen monsterpunten te bepalen. De verkregen similariteitsindex voor zowel de dichtheid als de biomassa is gebruikt voor het uitvoeren van een MDS (multidimensional scaling). Bij deze veel gebruikte techniek worden de monsterpunten die het meest met elkaar overeen komen dicht bij elkaar in een n-dimensionale ruimte geplot (meestal 2-dimensionaal). De punten die de minste overeenstemming hebben, liggen verder uit elkaar.

De punten worden zodanig in het vlak geplot dat alle punten op de juiste afstand van elkaar vandaan liggen. Omdat het een ruimtelijk beeld betreft, is dit niet altijd mogelijk en ontstaat er de zogenaamde 'stress' waardoor er een minder correcte weergave getoond wordt. De betrouwbaarheid van de MDS-plot is excellent voor een stressfactor tot 0.05. Tot 0.1 is de kwaliteit goed en hoeft de plot niet tot een verkeerde interpretatie te leiden. De plot is in grote lijnen nog goed tussen 0.1 en 0.2 maar wordt minder vanaf een stressfactor van 0.2 (Clarke & Warwick, 2001).

Naast de MDS analyse is er gebruik gemaakt van de de ANOSIM analyse van het programma PRIMER-E v6. De functie ANOSIM wijst uit of er similariteit is tussen de verschillende gebieden die in groepen verdeeld zijn, in dit geval (ZONE-SEIZOEN). Bij de ANOSIM dient men vooral te kijken naar de Parameter Rho. Deze parameter zegt iets over de nul hypothese  $H_0$  welke stelt dat er geen verschil is tussen de gebieden. Hoe hoger de waarde voor Rho, hoe groter het verschil tussen twee

gebieden. Wanneer Rho ongeveer 0 is dan is de  $H_0$  juist. Rho =1 als de gebieden totaal van elkaar verschillen. Tussen 0 en 1 is er in meer of mindere mate overlap tussen de beide gebieden.

### 3.6.3 KOPPELEN OMGEVINGSFACTOREN EN VARIABEN (BIO-ENV)

Om de effecten van de verschillende (a)biotische parameters te koppelen met de variatie in dichtheid en biomassa is er een analyse uitgevoerd met behulp van het ecologische statistische programma PRIMER-E v6. Binnen de functie 'BEST' (Bio-Env + Stepwise) wordt er gezocht naar de beste overeenkomst tussen de omgevingsfactoren en de variatie onder de verschillende monsters. De mate waarin deze twee patronen overeenkomen wordt berekend in percentages en zegt iets over de gekozen omgevingsfactor en de variatie binnen de verschillende monsters. Op deze manier kan de 'best match' gevonden worden zodat duidelijk is welke omgevingsfactor het meeste effect heeft op het daarbij behorende patroon binnen de variabelen (Clarke & Gorley, 2006).

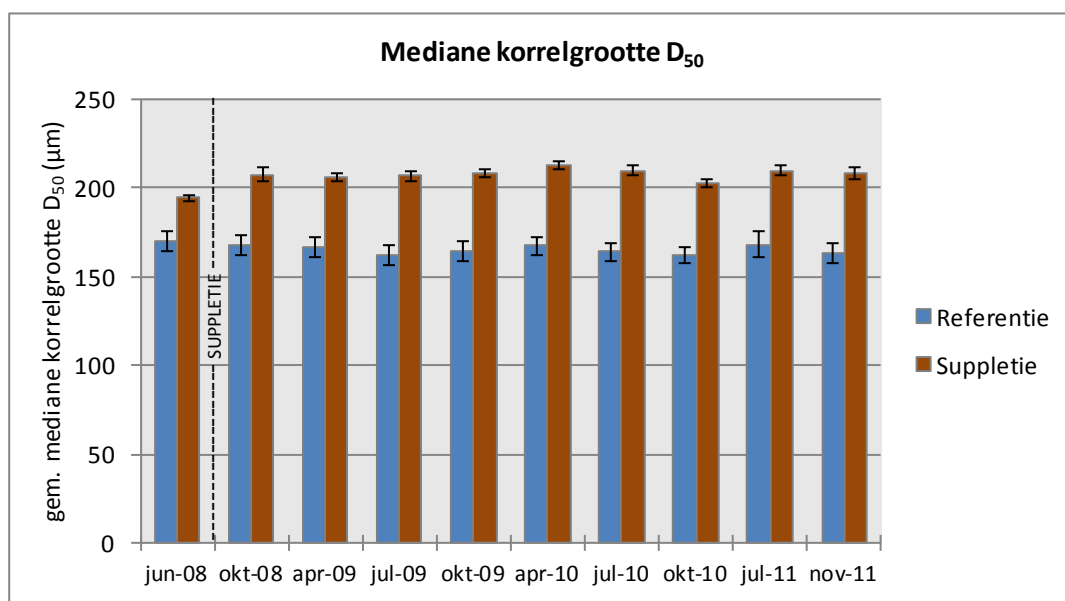
## 4 Resultaten

In dit hoofdstuk zullen de resultaten van zowel de temporele analyse als de ruimtelijke analyse beschreven worden. In elke grafiek die getoond wordt zijn mogelijk incorrecties weergegeven door middel van foutbalken op basis van de 'Standard error'. Als eerste zullen de (a)biotische data beschreven worden zodat er een betere interpretatie mogelijk is van de gegevensanalyse.

### 4.1 (A)biotische factoren

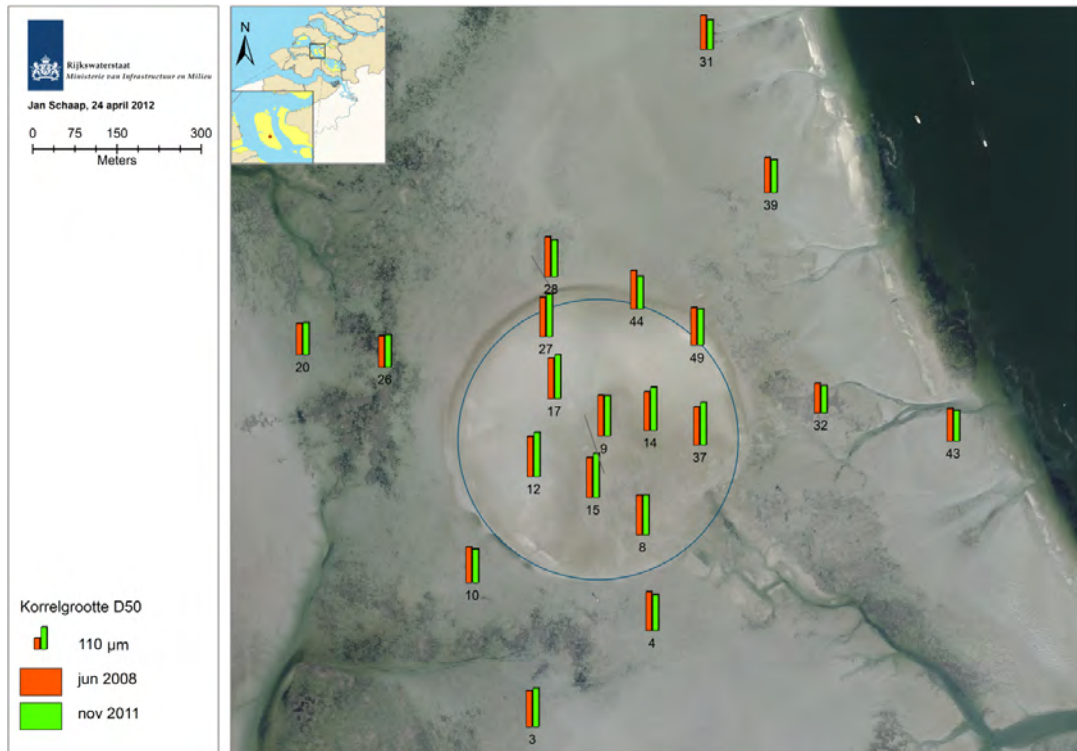
#### 4.1.1 MEDIANE KORRELGROOTTE EN SLIBFRACTIE

De sedimentsamenstelling kan een belangrijke parameter zijn voor de rekolonisatie van macrobenthos. De sedimentsamenstelling van de suppletielocatie en het referentiegebied is vanaf het tijdstip t0 herhaaldelijk samen met de benthosmonsters bepaald. De mediane korreldiameter ( $D_{50}$ ) is de meest gebruikte parameter om de grootte van het sediment uit te drukken. In de onderstaande figuur is het verloop van de  $D_{50}$  te zien voor zowel de suppletielocatie als het referentiegebied. Hier zijn alle monsterpunten gebruikt inclusief de extra vijftien punten van de zomer- en najaarsbemonstering (zie ook tabel 1). Dit is per bemonsteringsdatum de gemiddelde  $D_{50}$  van alle suppletie- en referentie monsterlocaties. Wat opvalt is dat de mediane korrelgrootte op t0 van de suppletielocatie al verschillend is van die van het referentiegebied. Als er naar de luchtfoto van vóór de suppletie gekeken wordt, is het goed waarneembaar dat het ook een ander soort gebied is (zie voor de figuur bijlage 2). Duidelijk is ook te zien dat na de suppletie de mediane korrelgrootte met circa 15  $\mu\text{m}$  stijgt. Er is in het verloop van de tijd geen concrete verandering zichtbaar binnen de suppletie. Met andere woorden, de mediane korrelgrootte is door de suppletie een fractie verhoogd waarna tot november 2011 geen verandering optreedt. De verschillen in korrelgrootte van de twee gebieden zijn gerelateerd aan elkaar en vertonen beide per monsterdatum een toe- of afname. De mediane korrelgrootte wordt tevens in ruimtelijke zin weergegeven in figuur 18 waar op de suppletielocatie 10 monsterpunten worden getoond zodat de weergave overzichtelijk blijft.



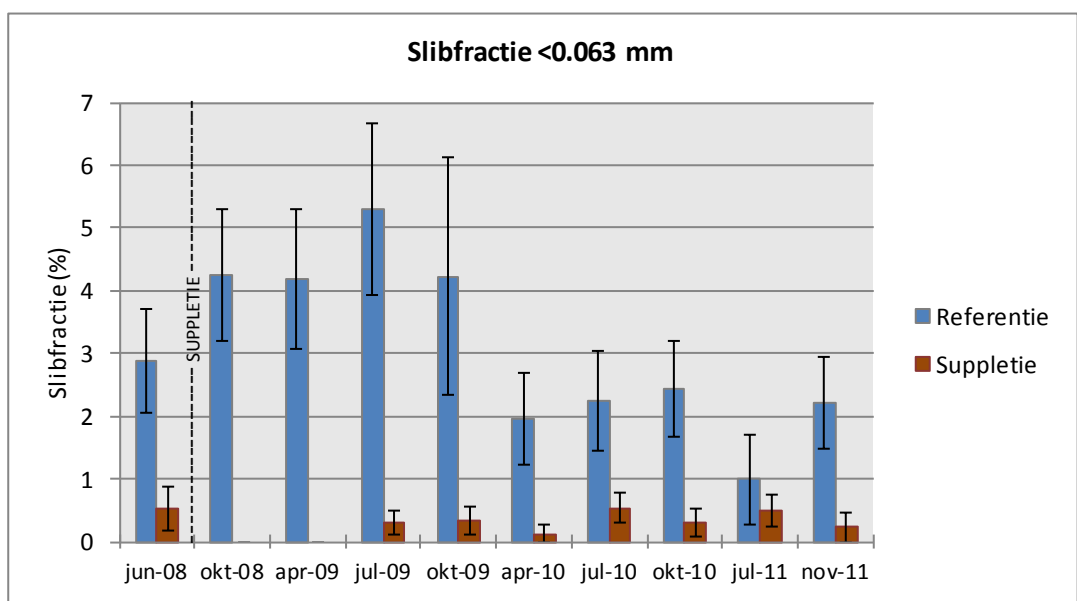
**Figuur 17:** De gemiddelde mediane korreldiameter  $D_{50}$  van de suppletielocatie en het referentiegebied (voor beide gebieden=10).





**Figuur 18:** De ruimtelijke verdeling van de mediane korrelgrootte D50 voor de tijdstippen Juni 2008 (t0) en november 2011 (t9) op de suppletielocatie en het referentiegebied (achtergrond: situatie 2011).

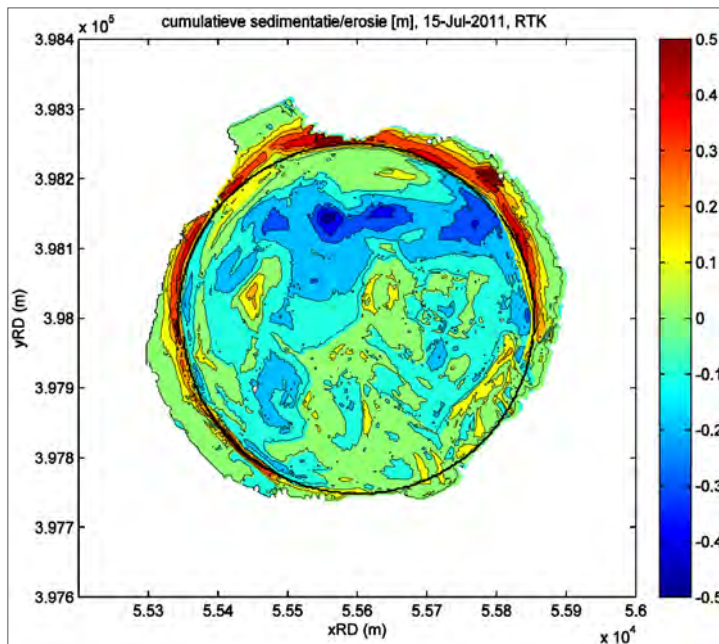
De slibfractie ofwel het sediment  $< 0.063$  mm is weergegeven in figuur 20 (pag. 21). Ook dit is per datum de gemiddelde waarde van alle gebiedsdekkende monsterpunten. Net als de mediane korrelgrootte is ook de slibfractie op tijdstip t0 van de suppletielocatie aanzienlijk lager dan het referentiegebied alhoewel dit om geringe verschillen gaat (circa 2 %). In oktober 2008 en april 2009 is er geen slib in de sedimentmonsters aangetroffen. Uit de grafiek wordt ook duidelijk dat de slibfractie op het referentiegebied daalt vanaf april 2010. De reden hiervoor is niet helder. Concluderend kan gesteld worden dat de korrelgrootte D<sub>50</sub> en de slibfractie onveranderd is gebleven en dat eventuele verschillen niet veelzeggend zijn.



**Figuur 19:** De slibfractie  $< 0.063$  mm van de suppletielocatie en het referentiegebied (voor beide gebieden n=10).

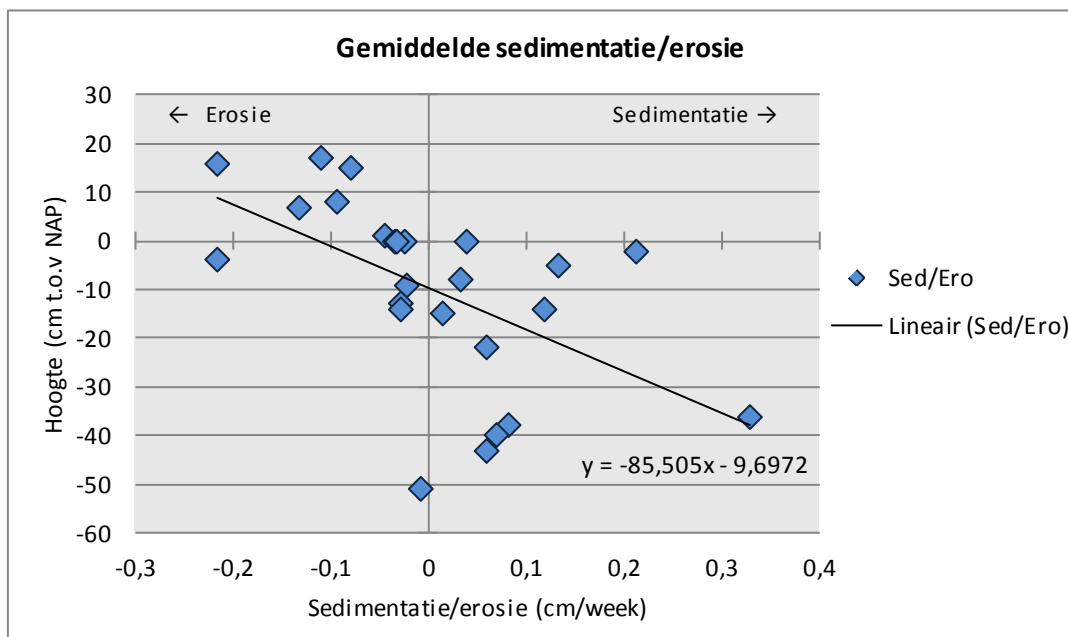
## 4.1.2 SEDIMENTATIE/EROSIE

In figuur 20 is de cumulatieve sedimentatie en erosie te zien tussen oktober 2008 en juli 2011. In de figuur is te zien dat in deze periode het zand van de hogere delen is geerodeert en dat er voornamelijk sedimentatie is opgetreden aan de randen van de noordelijke helft.



Figuur 20: Gemiddelde sedimentatie/erosie.

Deze processen kunnen een rol spelen in de ontwikkeling en het voorkomen van het macrobenthos. Voor de ruimtelijke analyse is voor elke bemonsteringsdatum de sedimentatie en erosie gemeten in cm/week vanaf de voorgaande bemonstering welke mede te zien is in bijlage 3. Op deze manier kan per bemonsteringsdatum en locatie de effecten van sedimentatie en erosie vastgesteld worden. De gemiddelde sedimentatie en erosie over de periode juli 2009 – november 2011 is te zien in figuur 21. Op de verticale as staat de hoogte van juli 2011 en op de horizontale as is de gemiddelde sedimentatie/erosie te zien van de 25 monsterpunten.



Figuur 21: Gemiddelde sedimentatie/erosie voor 25 monsterpunten (hoogte: juli 2011).

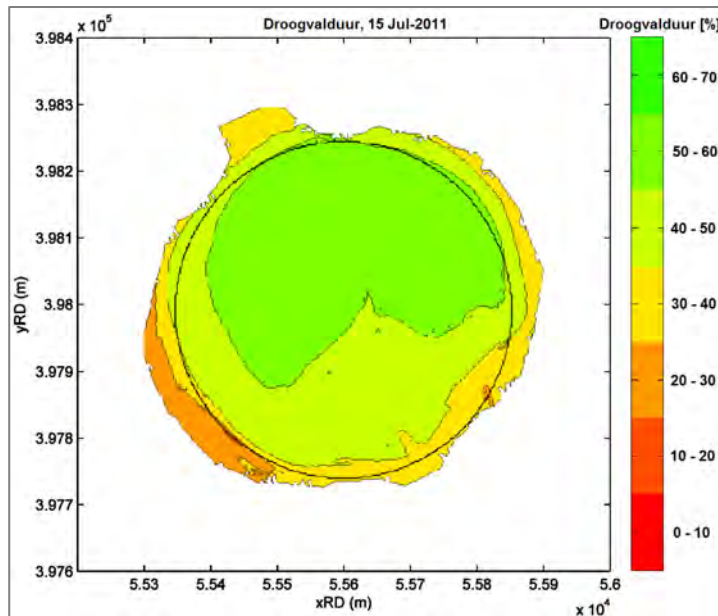


## 4.1.3 DROOGVALDUUR

De droogvalduur is berekend op basis van de waterstandsmetingen bij Stavenisse van 2009. Van der Werf *et al.* (2012) hanteren de volgende classificatie voor de droogvalduur:

0-10%, 10-20%, 20-30%, 30-40%, 40-50%, 50-60% en 60-70% (van de tijd). Dit correspondeert met de volgende bodemliggingen: [-2.16 -1.30], [-1.30 tot -1.04], [-1.04 tot -0.77], [-0.77 tot -0.44], [-0.44 tot -0.07], [-0.07 tot 0.35] en [0.35 tot 0.78] m NAP. In figuur 22 is de droogvalduur van de suppletie ruimtelijk weergegeven voor juli 2011.

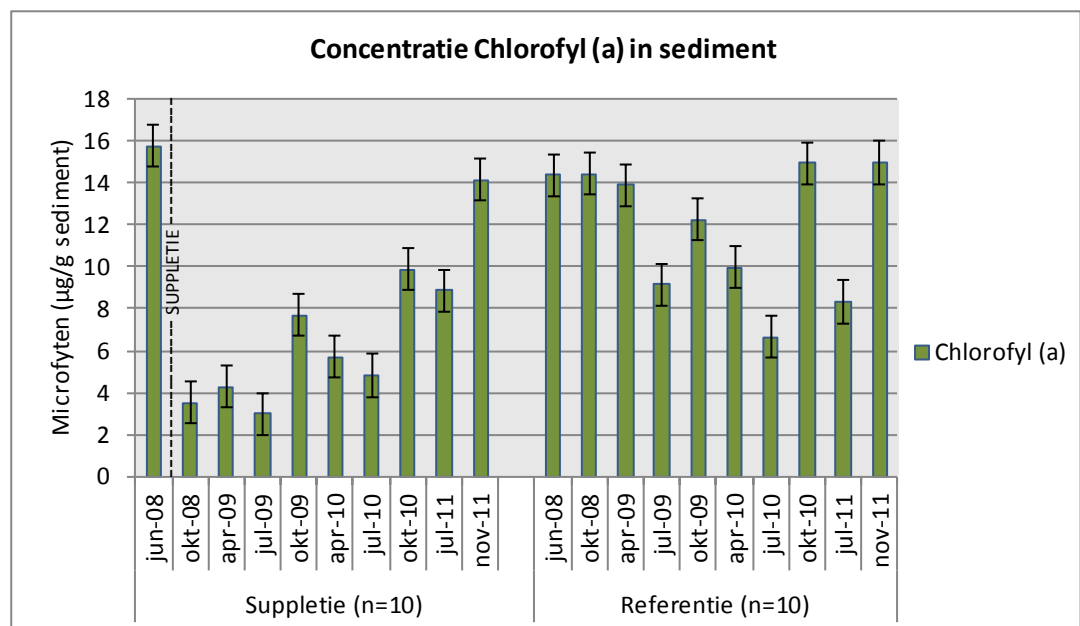
Aan de hand van deze klassenindeling is voor elke bemonsteringsdatum en locatie de droogvalduur berekend (zie bijlage 4).



Figuur 22: Droogvalduur (situatie juli 2011).

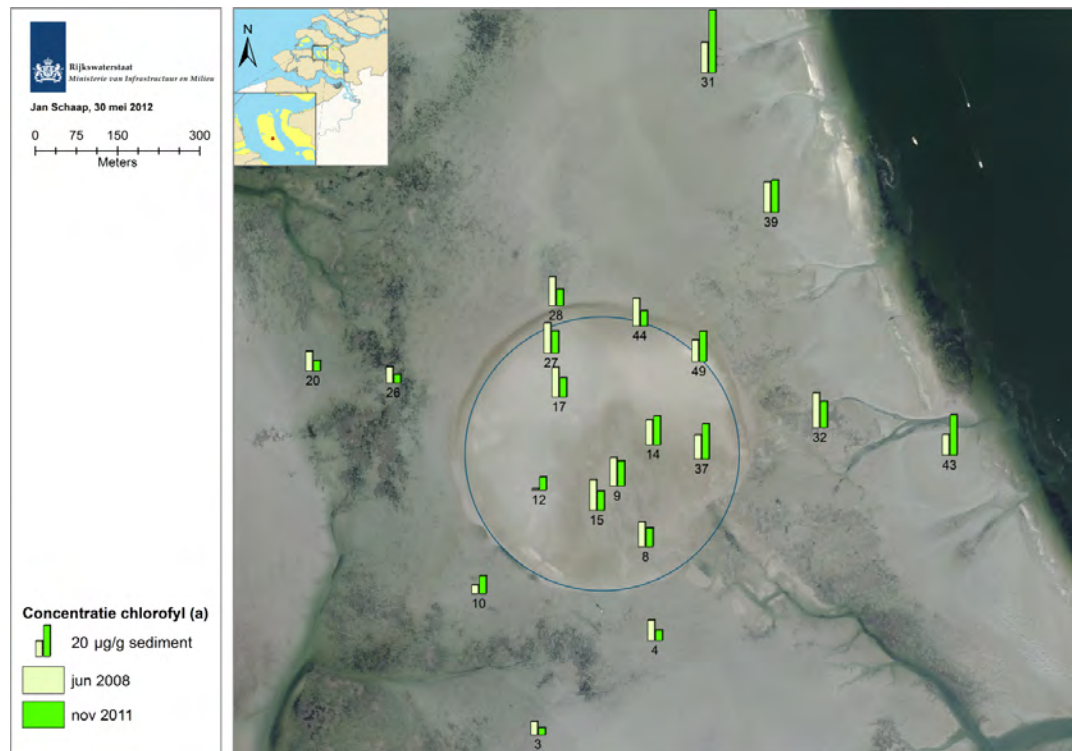
## 4.1.4. CHLOROFYL (A)

Het gehalte aan chlorofyl (a) is bepaald aan de hand van de sedimentmonsters die tegelijk met de bemonstering van de bodemdieren is uitgevoerd. Het in het sediment aanwezige chlorofyl (a) is weergegeven in figuur 23 waar per datum voor de suppletielocatie en het referentiegebied de gemiddelde waarde van de monsterpunten wordt getoond. Te zien is dat vóór de suppletie de



Figuur 23: Concentratie Chlorofyl (a) in het sediment.

chlorofylconcentratie tussen de beide gebieden min of meer gelijk is. In oktober 2008 is het effect van de suppletie direct zichtbaar in de afname van chlorofyl (a). Vanaf eind 2009 is er een aanzienlijke toename op de suppletie zichtbaar en in november 2011 is er geen verschil meer waarneembaar tussen de suppletielocatie en het referentiegebied. In figuur 24 is een ruimtelijk beeld van de chlorofylconcentratie is weergegeven. Wanneer hier de monsterpunten van de suppletielocatie en het referentiegebied van november 2011 vergeleken worden, is er duidelijk zichtbaar dat er over de hele suppletie herstel is opgetreden. Hieruit kan geconcludeerd worden dat het microfyto-benthos geen belemmering is voor de rekolonisatie van het bodemleven welke hier deels afhankelijk van is (van der Wal *et al.*, 2006). Of het chlorofylgehalte effect heeft op de bodemdiergemeenschap zal blijken uit de ruimtelijke analyse.

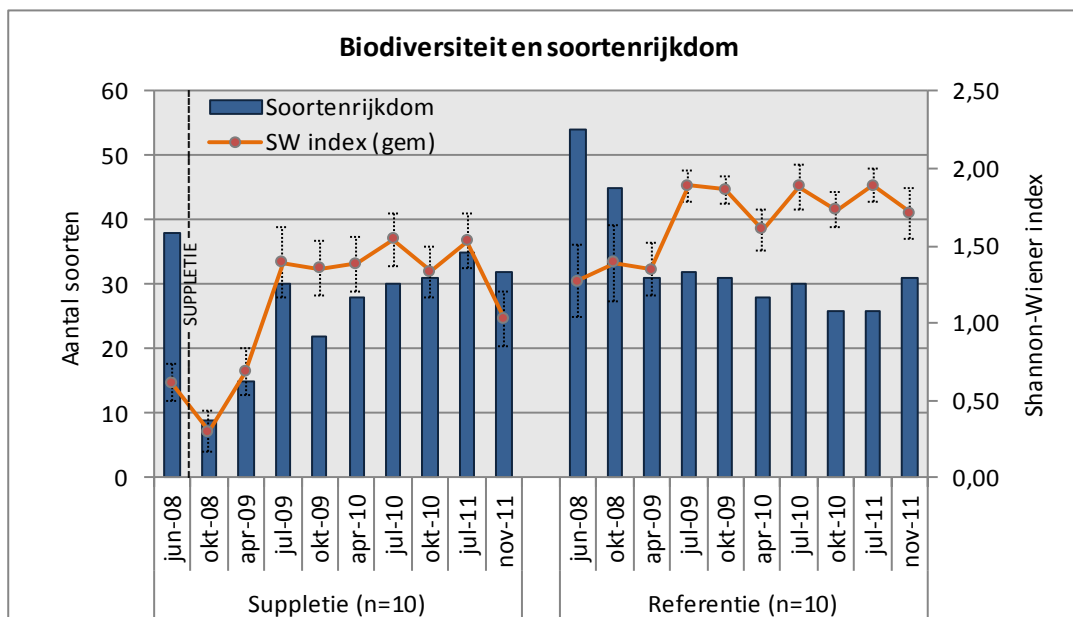


**Figuur 24:** De ruimtelijke verdeling van de chlorofylconcentratie voor de tijdstippen Juni 2008 (t0) en november 2011 (t9) op de suppletielocatie en het referentiegebied (achtergrond: situatie 2011).

## 4.2 Temporele analyse

### 4.2.1 DIVERSITEIT EN SOORTENRIJKDOM

In figuur 25 is de diversiteit en de soortenrijkdom weergegeven voor beide gebieden. De diversiteit die berekend is door middel van de Shannon-Wiener formule is een belangrijke parameter om de ontwikkeling van het herstel te kunnen volgen. De Shannon-Wiener (SW) waarde is hoog wanneer de verschillende soorten evenredig in aantallen verdeelt zijn. Wanneer er soorten dominant aanwezig zijn zal de SW-waarde lager worden. In juni en oktober 2008 was er een enorme hoeveelheid *Hydrobia*'s aanwezig op zowel de suppletielocatie als het referentiegebied (zie figuur 28 – pag. 26). Deze dominante soort zorgt ervoor dat de SW-waarde erg laag is. De jaren daarna is *Hydrobia* in kleinere aantallen aanwezig waarna hij in november 2011 weer veel op de suppletie voorkomt. Ook dit is terug te zien in de verlaagde SW-waarde. De Shannon-Wiener diversiteitsindex laat zien dat in de zomer de diversiteit wat hoger is als in het najaar- en winterseizoen. De soortenrijkdom in juni 2008 op de suppletielocatie betreft 38 soorten. Er kan vanuit gegaan worden dat door de suppletie in juli 2008 bijna al het bodemleven gedood is (pers. meded. Tom Ysebaert). In oktober 2008, de eerste bemonstering na de suppletie, worden er 9 soorten aangetroffen. Het betreft nog een lage densiteit maar duidelijk is dat het kolonisatieproces is begonnen. Dit is ook in de twee bemonsteringen daarna te zien waar het aantal soorten verder stijgt van 15 naar 30. De soortenrijkdom op het referentiegebied is bij de eerste twee monsterdata opvallend hoog. Eén van de redenen is dat hier soorten zijn gevonden die zowel op de suppletielocatie als bij de overige bemonsteringen in het referentiegebied niet meer gevonden zijn. De betreffende soorten zijn op de beide data op één locatie aangetroffen zoals *Venerupis pullastra* (tapijtschelp), *Stenelais boa* (zeerups), *Nereis succinea* (ambergele zeeduizendpoot) enz. De volledige dataset is opgenomen in bijlage 11 waarin deze soorten rood gekleurd zijn.



Figuur 25: De biodiversiteit (Shannon-Wiener index) en de soortenrijkdom voor de beide gebieden.

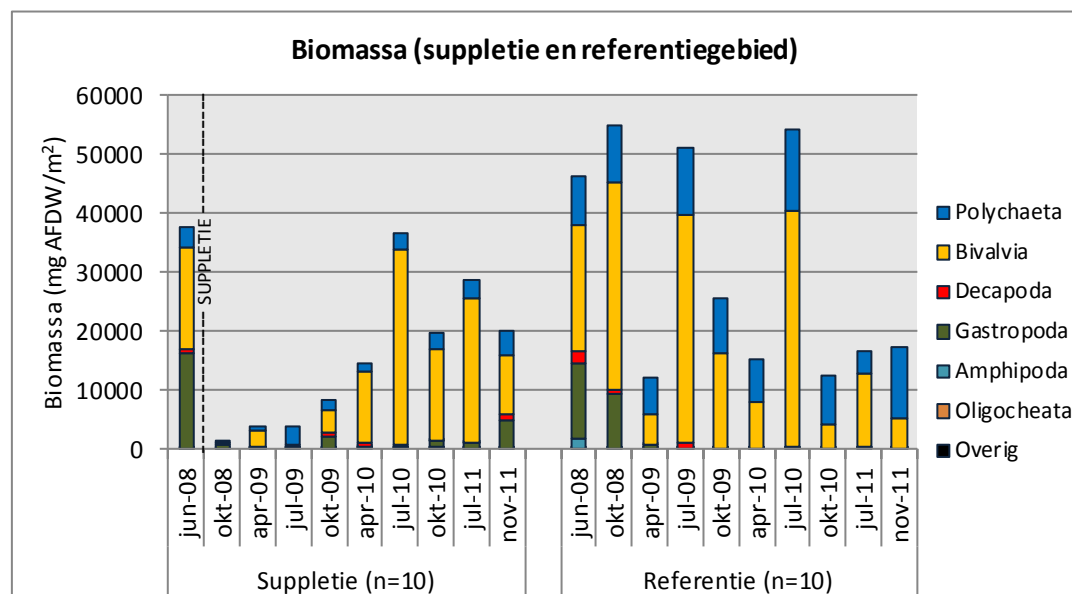
### 4.2.2 DICHTHEID EN BIOMASSA

In figuur 26 en 27 (pag. 25 en 26) wordt de biomassa en de dichtheid getoond voor de beide gebieden. Uit de biomassa en de dichtheid blijkt dat de groep Gastropoda in 2008 een dominante rol speelt binnen de suppletielocatie en het referentiegebied. In oktober 2008 is de dichtheid en de biomassa door de suppletie zeer laag maar is duidelijk dat *Hydrobia* de opportunistische en dominante soort is. Van *Hydrobia ulvae* is bekend dat de populatie grote fluctuaties kent (zie bijv. Coosen *et al.*, 1994) wat ook blijkt uit de bemonsteringen na 2008. Op het referentiegebied wordt

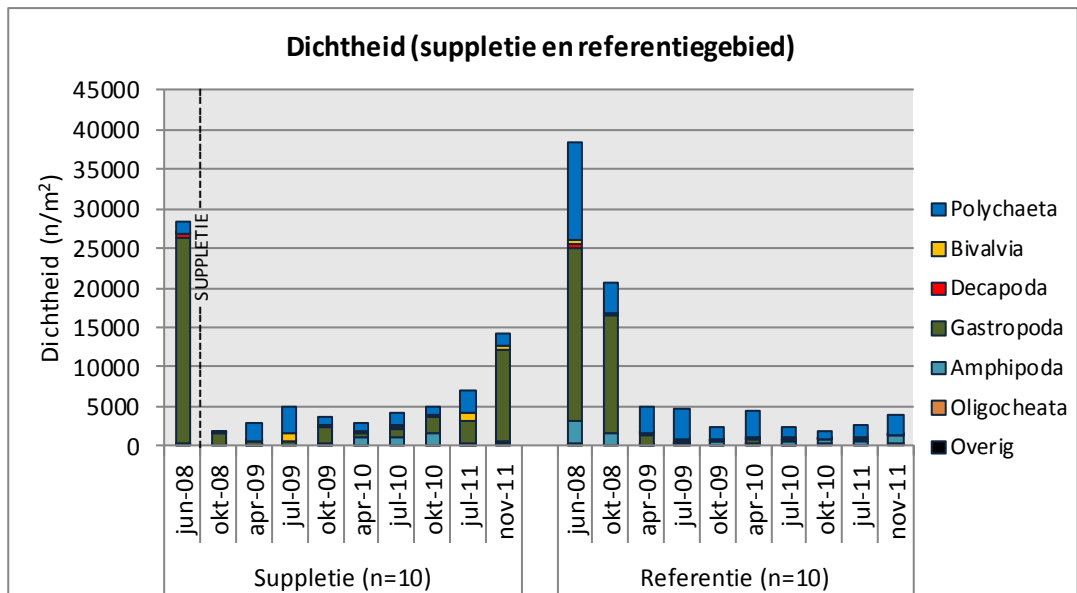
vanaf april 2009 het gebied gedomineerd door Polychaeta (borstelwormen). Op de suppletielocatie is dit ook het geval alleen komen in oktober 2009 *Hydrobia*'s weer terug als dominantere soort en deze trend zet door tot hoge aantallen in november 2011. In vergelijking tot het referentiegebied doet *Hydrobia ulvae* het goed op de suppletie.

De hoge biomassa van de Bivalvia worden voornamelijk veroorzaakt door *Cerastoderma edule*, de kokkel (zie figuur 30 – pag. 27). Van deze soort is in het referentiegebied de dichtheid lager en de biomassa hoger als op de suppletielocatie. De hogere biomassa wordt voornamelijk veroorzaakt door oudere kokkels die op de suppletie nog niet worden aangetroffen. In het voorjaar wordt er een lagere biomassa en dichtheid gevonden als gevolg van de optredende sterfte die in het bijzonder door de winterse temperaturen plaatsvindt. De winters van 2008-2009, 2009-2010 en 2010-2011 waren alle streng tot zeer strenge winters (knmi.nl). Na een strenge winter is er vaak een goede broedval in het voorjaar. Dit komt mede doordat er door de strenge winter minder actieve predatie optreedt door onder andere *Crangon crangon*, de grijze garnaal, zodat de larven meer kans hebben om op te groeien (Strasser *et al.*, 2002).

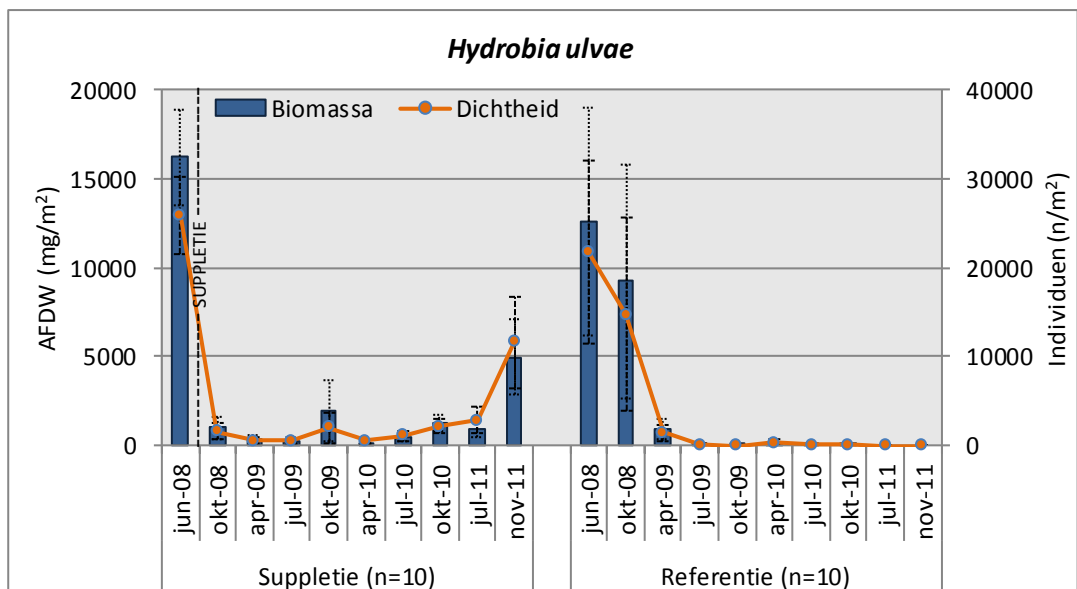
Op de suppletie is te zien dat de broedval in juli 2009 zorgt voor een oplopende dichtheid. Het broed heeft een zeer lage biomassa. Vanaf oktober 2009 is er bij de biomassa een sterke groei van de kokkel waarneembaar met als gevolg dat de biomassa en de dichtheid in juli 2011 hoger zijn dan vóór de suppletie. Uit de bemonstering blijkt dat vóór de suppletie de dichtheden en biomassa van soorten verschillend zijn op de beide gebieden. Dit is vooral zichtbaar bij *Pygospio elegans* en *Lanice conchilega* (zie figuur 31 en 32 – pag. 27). Het is moeilijk om hier een verklaring voor te geven buiten dat het toch altijd al twee verschillende gebieden zijn met een verschillende sedimentsamenstelling. Dat de beide gebieden vanaf tijdstip t0 van elkaar verschilden blijkt ook uit de gemeenschapsanalyses die uitgevoerd zijn welke in de volgende paragraaf worden beschreven.



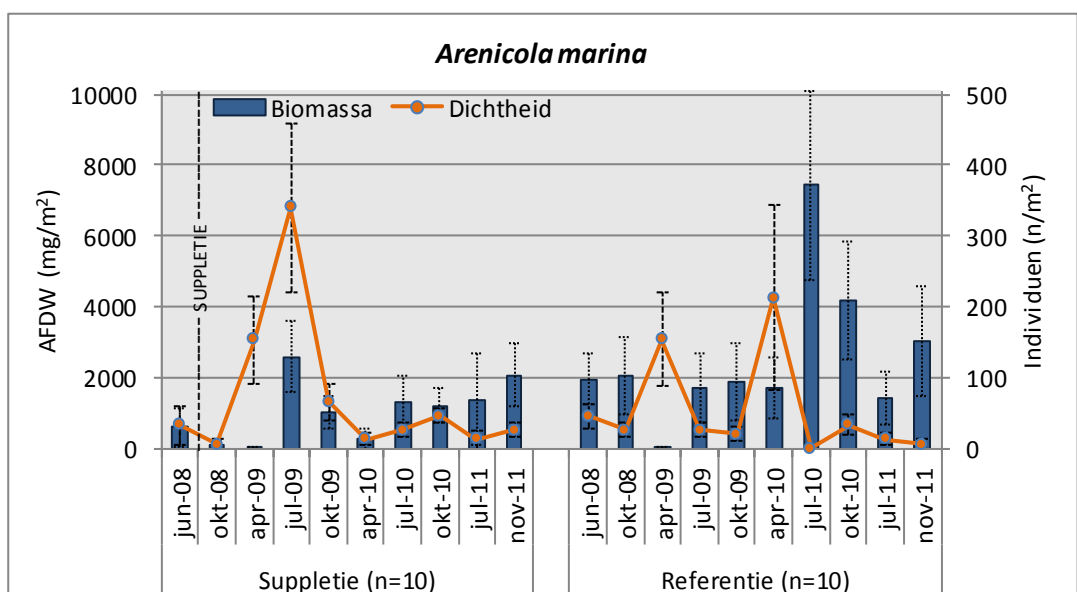
Figuur 26: De gemiddelde biomassa per bemonstering voor de suppletielocatie en het referentiegebied.



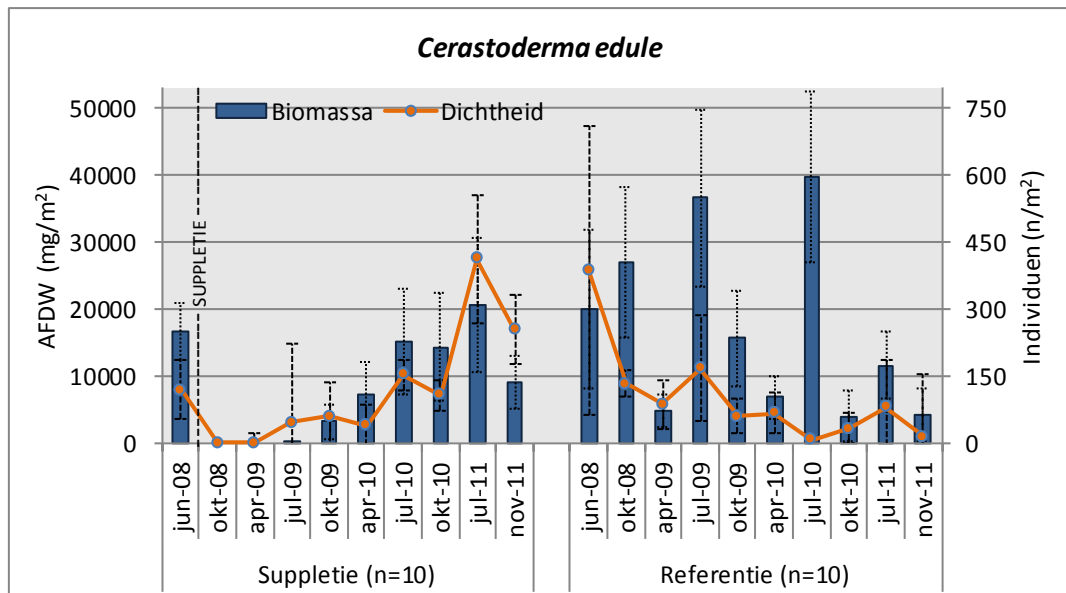
**Figuur 27: De gemiddelde dichtheid per bemonstering voor de suppletielocatie en het referentiegebied.**



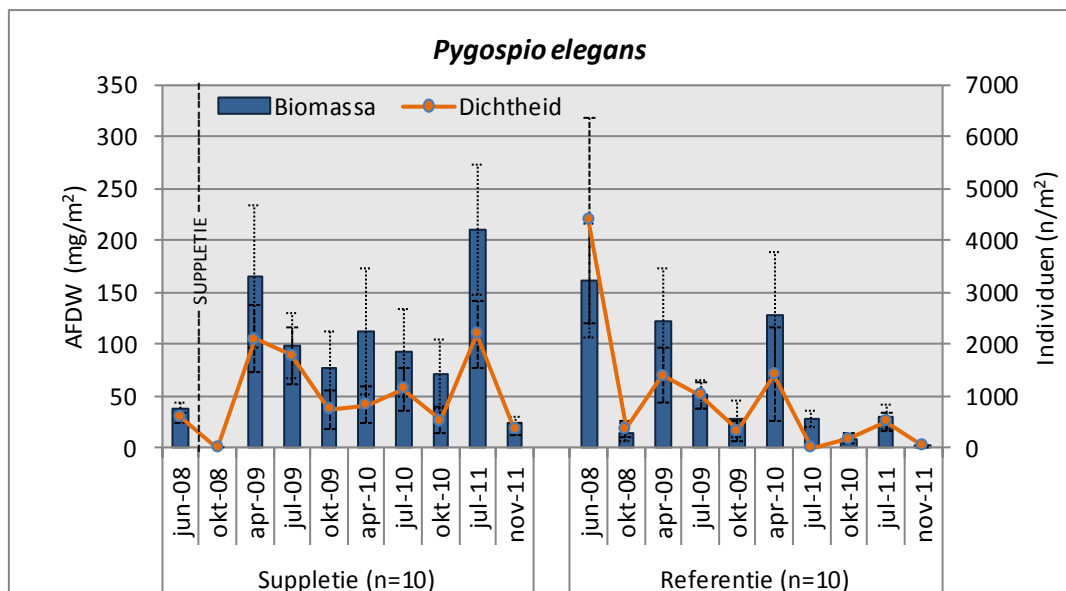
**Figuur 28: De gemiddelde dichtheid en biomassa van *Hydrobia ulvae* (wadslakje).**



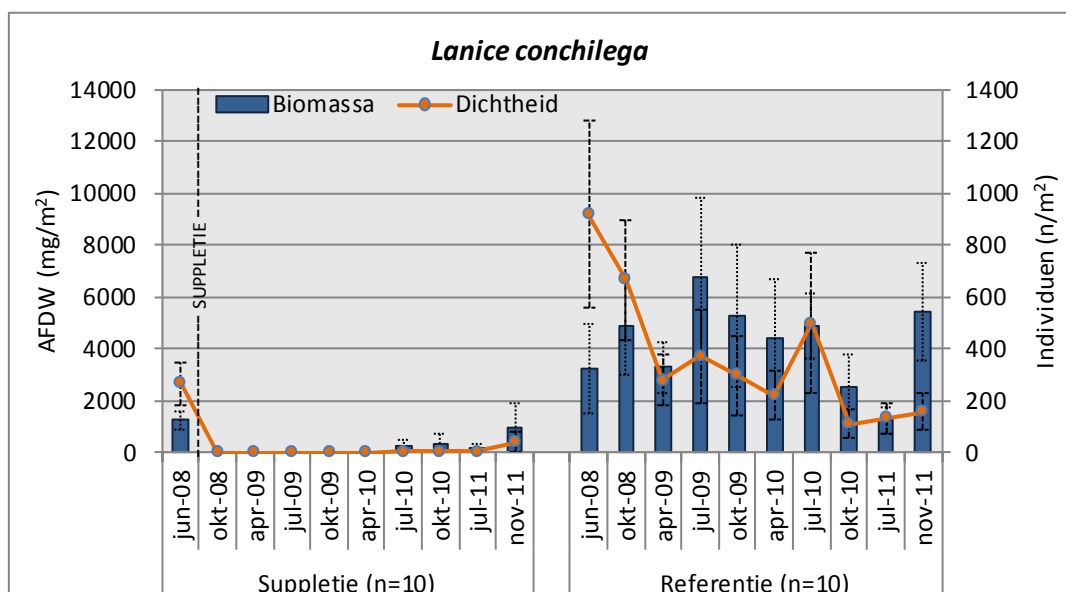
**Figuur 29: De gemiddelde dichtheid en biomassa van *Arenicola marina* (wadpier).**



Figuur 30: De gemiddelde dichtheid en biomassa van *Cerastoderma edule* (kokkel).



Figuur 31: De gemiddelde dichtheid en biomassa van *Pygospio elegans* (zandkokerworm).

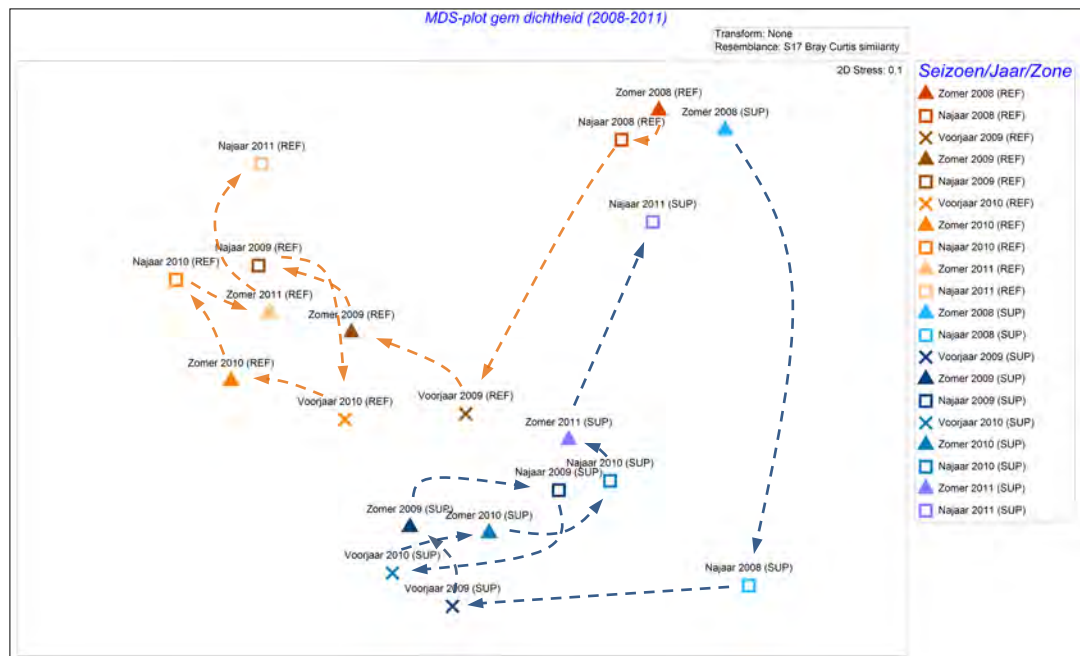


Figuur 32: De gemiddelde dichtheid en biomassa van *Lanice conchilega* (zandkokerworm).

#### 4.2.3 MULTIDIMENSIONAL SCALING (MDS).

In figuur 33 en 34 worden de MDS-plots van de dichtheid en de biomassa van de bodemdieren getoond. In de MDS-analyse wordt elke soort meegenomen in de berekening. In de plot zijn de punten op basis van de Bray Curtis similariteitsindex in een twee dimensionaal vlak geplot. De plot bevat geen X- en Y-assen en moet als een ruimtelijk beeld gelezen worden. De punten die het meest uit elkaar liggen, verschillen het meest van elkaar.

Voorbeeld, bekijk in de onderstaande MDS-plot het punt 'Zomer 2008 (SUP)' welke de bodemdiergemeenschap (op basis van de dichtheid) representeert van vóór de proefsuppletie. Te zien is dat dit punt dichtbij het punt 'Zomer 2008 (REF)' ligt, wat inhoudt dat de bodemdiergemeenschappen van de beide gebieden op elkaar lijken. Na de suppletie is te zien dat punt 'Najaar 2008 (SUP)' ver weg ligt van 'Zomer 2008 (SUP)' doordat de bodemdiergemeenschap in het gebied door de suppletie totaal veranderd is. Het punt 'Najaar 2008 REF' ligt nog wel dichtbij het punt 'Zomer 2008 REF' wat inhoudt dat de suppletie geen invloed heeft gehad op de bodemdiergemeenschap van het referentiegebied. Hieruit kan tevens nog opgemaakt worden dit gebied voldoet om als referentiegebied gebruikt te mogen worden.

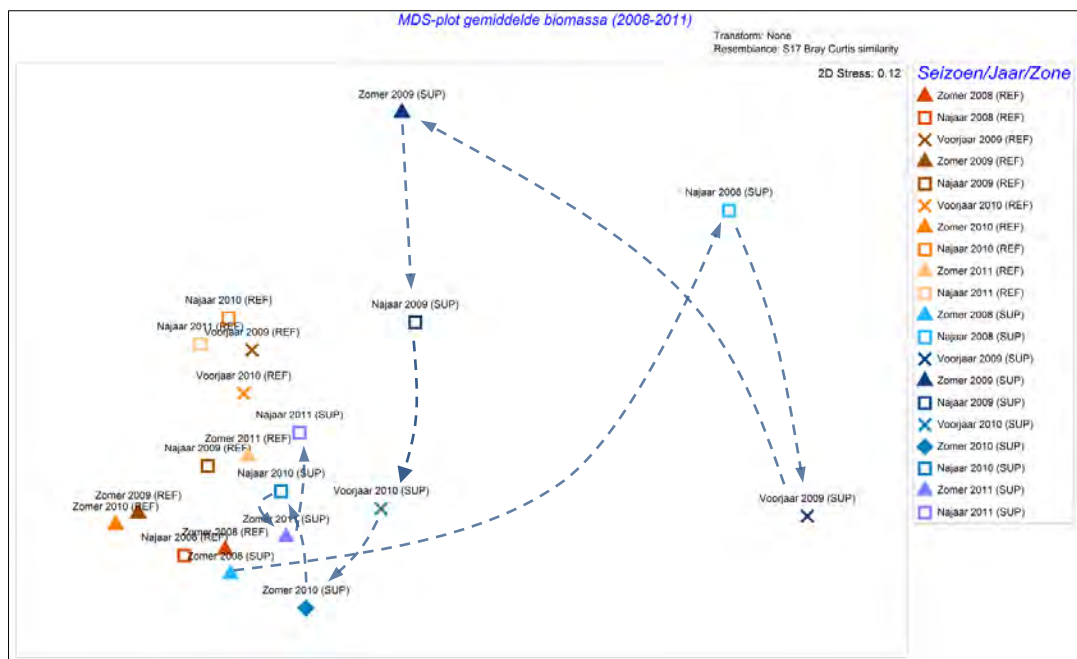


**Figuur 33: MDS-plot gebaseerd op de gemiddelde dichtheid per seizoen, jaar en zone.**

De stressfactor is voor de onderstaande MDS-plots circa 0.1 wat zorgt voor een betrouwbaar beeld waaruit een goede interpretatie mogelijk is (Clarke & Warwick, 2001). Voor deze MDS analyse zijn van de dichtheid en biomassa het gemiddelde genomen van alle monsterpunten per seizoen, jaar en zone. Zo wordt er telkens per seizoen, jaar en zone één punt geplot binnen het MDS-vlak. De reden hiervoor is dat de plot veel overzichtelijker is en er duidelijk een 'tracking' lijn in weergegeven kan worden (voor de MDS plot met alle monsterpunten zie bijlage 6). De 'tracking' lijn die in beide plotten is weergegeven, geeft een inzichtelijk beeld over het temporele verloop van de dichtheid en de biomassa (de lijn is niet weergegeven bij de biomassa van de REF gebieden vanwege de beperkte ruimte). De biomassa op de suppletielocatie lijkt in de tijd meer te gaan lijken op het referentiegebied. Bij de dichtheid is dit minder het geval wat onder andere te maken heeft met de dominantie van *Hydrobia ulvae* op het suppletiegebied welke een zeer hoge dichtheid heeft en een betrekkelijk lage biomassa.

Als aanvulling op de MDS-analyse en als significantie test is er een ANOSIM analyse uitgevoerd met het softwareprogramma PRIMER-E v6. Deze test wijst uit dat de MDS-analyse significant is. In bijlage 5 is de complete uitvoer van de test te zien inclusief een beschrijving van de resultaten.





Figuur 34: MDS-plot gebaseerd op de gemiddelde biomassa per seizoen, jaar en zone.



#### 4.3 Ruimtelijke analyse

Binnen de suppletielocatie zal een analyse uitwijzen of er (a)biotische factoren zijn die mede verantwoordelijk zijn voor de ruimtelijke variatie van het benthos op de suppletie. Vanaf 2009 zijn er 15 extra monsterpunten op de suppletie bemonsterd, welke inclusief de 10 bestaande monsterpunten zorgen voor een totaal van 25 bemonsteringslocaties binnen de suppletielocatie. In de ruimtelijke analyse wordt gebruikt gemaakt van de zomer- en najaarbemonstering van 2009, 2010 en 2011 waarvan de data te zien is in bijlage 14 en 15. De eerder beschreven (a)biotische factoren worden voor de ruimtelijke analyse gebruikt te weten, sedimentsamenstelling, sedimentatie/erosie, droogvalduur en het gehalte van de op het sediment aanwezige microfyten.

##### 4.3.1 DICHTHEID EN BIOMASSA

De gemiddelde dichtheid en biomassa is per datum te zien in bijlage 7 waar ook dezelfde classificatie voor de bodemdieren is gebruikt als eerder beschreven. Voor de groep Gastropoda en de Bivalvia is een breuklijn toegevoegd vanwege de hoge dichtheid/biomassa. Voor vijf soorten wordt de ruimtelijke analyse verder uitgewerkt. Dit zijn *Hydrobia ulvae*, *Pygospio elegans*, *Lanice conchilega*, *Cerastoderma edule* en *Arenicola marina*. De biomassa van de vijf soorten voor juli 2009, 2010 en 2011 is te zien in figuur 35 (pag. 31). De balken geven het asvrijdrooggewicht aan welke voor elke figuur een bepaalde waarde heeft die aangegeven staat in de bijbehorende legenda. Tevens is de t0-situatie toegevoegd van juni 2008 met de tien monsterpunten om inzicht te krijgen op de oorspronkelijke situatie.

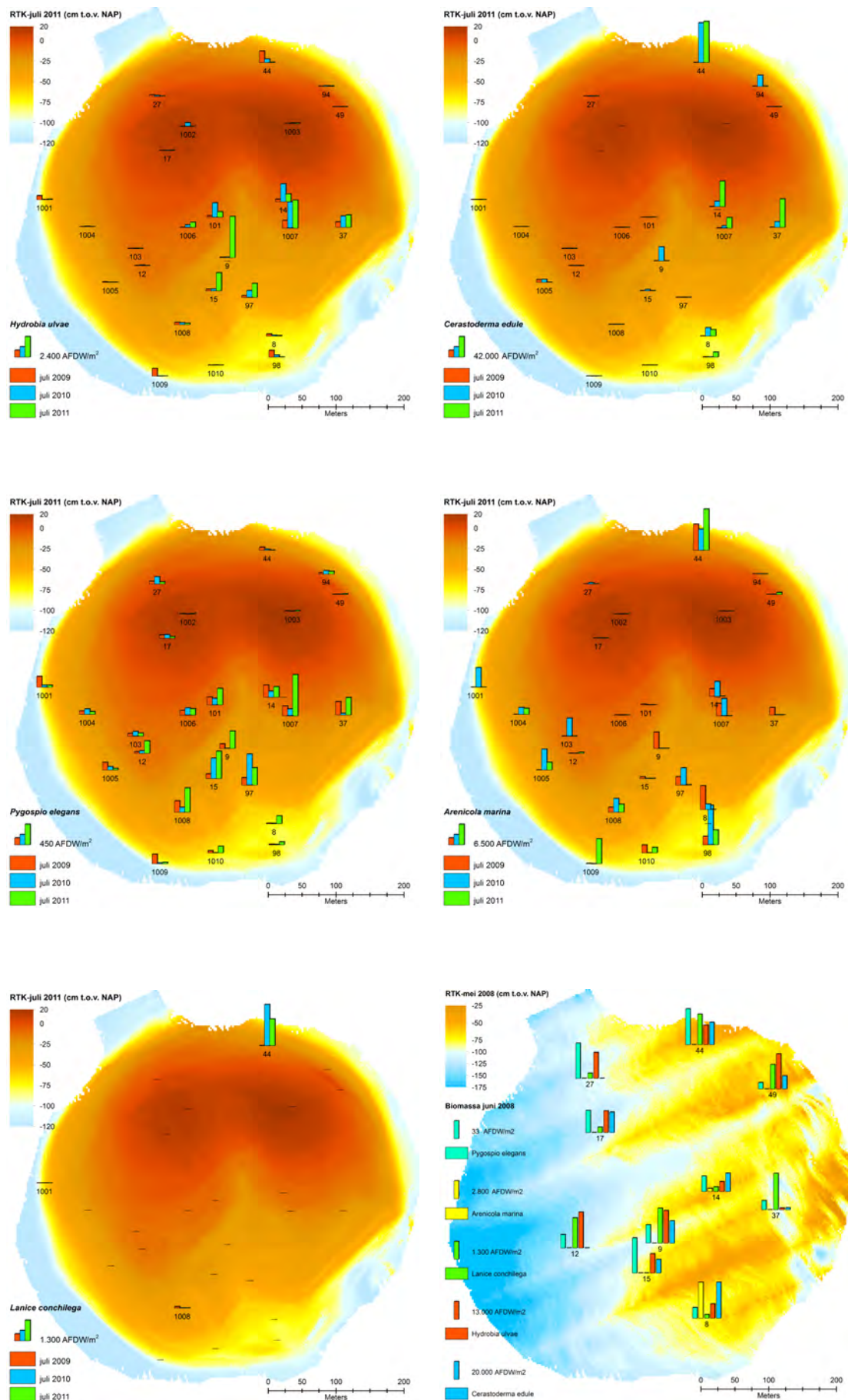
*Hydrobia ulvae* en *Pygospio elegans* zijn beide opportunistische soorten en komen na de suppletie spoedig in grote dichtheden voor (zie 4.2 Temporele analyse). Beide soorten zijn op alle 25 monsterlocaties aangetroffen waaruit ook blijkt dat de soorten zich snel verspreiden. In de figuur voor *Hydrobia ulvae* is te zien dat de soort op twee punten een hoge biomassa scoort hetgeen de hoge dichtheid mede bepaalt.

*Pygospio elegans* komt op alle monsterlocaties voor maar concentreert zich voornamelijk in een gebied met een hoogte van -0,5 m NAP. Het is een snelle kolonisator wat ook te zien is in de verspreiding van 2009 waar alle locaties al 'bezet' zijn. Deze r-strateeg heeft hier een grote verspreiding binnen de populatie maar zal na verloop van tijd minder kunnen worden doordat de K-strategieën de overhand nemen (Lavaleye, 1999). Dit is terug te zien in de biomassa van de 'stabiele' t0 situatie waar *Pygospio* lagere waarden biomassa vertegenwoordigt.

De biomassa van *Lanice conchilega* laat zien dat de suppletie een grote impact heeft gehad op het voorkomen van de soort op deze locatie. De kokkerworm was op de locatie duidelijk aanwezig wat blijkt uit de figuur van de t0 situatie. De herkolonisatie van de suppletie beperkt zich tot drie locaties die allen dichtbij de rand liggen. Locatie 44 vertegenwoordigt onmiskenbaar de hoogste biomassa. Als de soort eenmaal aanwezig is kan de biomassa snel toenemen wat naar voren komt uit het verschil van 2009 en 2010.

*Cerastoderma edule* blijkt uit de temporele analyse goed te herkoloniseren op de suppletie. In de onderstaande figuur van de kokkel is ook duidelijk een kolonisatie zichtbaar vanaf 2010. De soort is aangetroffen op 22 monsterlocaties waarvan er enkele voor een groot aandeel in biomassa zorgen voornamelijk rond een hoogteligging tussen 0 en -0,2 m t.o.v. NAP.

*Arenicola marina* is op alle 25 monsterlocaties aangetroffen en komt overal redelijk gelijkmatig voor behalve op de hogere delen van de suppletie. De wadpieren kunnen zich redelijk goed verplaatsen en over grote afstanden doen ze dit zwemmend (Bijkerk & Dekker, 1991). In 2011 worden er op de suppletie minder wadpieren aangetroffen dan in 2010. Reden hiervoor kan zijn dat de wadpieren in de strenge winter van 2010 naar diepere delen zijn gemigreerd vanwege het koude water. Ook kunnen sterfte en predatie hier een rol in spelen. Als de gemeten biomassawaarden van de wadpier vergeleken worden met de t0-situatie kan er gesteld worden dat er op de suppletie nu meer wadpieren voorkomen op meer locaties. Aan de hand van de figuren van de vijf soorten kan over het algemeen gesteld worden dat op de hoger gelegen delen, boven 0 m NAP,



Figuur 35: Biomassa voor vijf soorten op de suppletielocatie voor juli 2009, 2010 en 2011 en de t0-situatie (let op de verschillende schaling/waarde van de balken die het AFDW aangeven).

zeer geringe waarden aan biomassa zijn aangetroffen. Op de lagere delen is een hogere dichtheid en biomassa aangetroffen. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de hogere delen vooralsnog niet tot bijna niet gekoloniseerd zijn, in tegenstelling tot de lagere delen welke wel gekoloniseerd worden.

#### 4.3.2 ANALYSE MET BIO-ENV

Om de effecten van de verschillende (a)biotische parameters te koppelen met de variatie in dichtheid en biomassa is er een Bio-Env analyse uitgevoerd met behulp van PRIMER-E v6.

Met Bio-Env wordt de 'best match' gevonden zodat duidelijk wordt welke omgevingsfactor het meeste effect heeft op de variatie in de monsters zoals dichtheid en biomassa. Het programma geeft een waarde tussen 0 en 1. Bij een waarde van 0 wordt er geen enkele overeenkomst gevonden en bij een waarde van 1 zegt de omgevingsvariabele alles over het patroon in de verzameling monsters.

De omgevingsvariabelen die gebruikt zijn voor de analyse zijn zoals eerder beschreven; erosie/sedimentatie, korrelgrootte (de mediane korrelgrootte  $D_{50}$ , fijn zand en slib) droogvalduur en het gehalte chlorofyl (a). De omgevingsfactoren zijn niet significant met elkaar gecorreleerd wat ook te zien is in bijlage 8 waar de 'Draftsman plot' getoond wordt die verkregen is uit het programma PRIMER.

De Bio-Env is uitgevoerd voor zowel het voorjaar als het najaar voor biomassa en de dichtheid op de suppletie. Wanneer de Bio-Env gebruikt werd voor de gegevens biomassa en dichtheid per jaar (voor- en najaar samengevoegd) werden er lage waarden verkregen. Dit is te verklaren omdat de beide seizoenen veel van elkaar verschillen en er daarom geen goede overeenkomst gevonden kon worden. Om deze reden is er voor gekozen om de Bio-Env per seizoen apart uit te voeren wat resulteerde in aannemelijkere uitkomsten.

In tabel 2 (pag. 33) zijn de belangrijkste resultaten te zien van de uitvoer uit de analyse Bio-Env. De complete uitvoer is te zien in bijlage 9. In de tabel wordt de combinatie van omgevingsfactoren weergegeven welke de hoogste correlatie vertonen met de bodemdiergemeenschap van de zomer- en najaarsbemonstering van 2009-2011 (voor biomassa en dichtheid). In veel gevallen zorgen meerdere factoren voor een beste correlatie met de verzameling monsters. Voor de dichtheid in het najaar van 2011 zorgen droogvalduur, chlorofyl (a), fijn zand, en de mediane korrelgrootte  $D_{50}$  samen voor een correlatie van 0,44. Laatstgenoemde factoren verklaren dus 44% van de variatie in de dichtheid van de verzameling bodemdierens voor het najaar in 2011. Uit de tabel is op te maken dat de droogvalduur voor elk tijdstip een bijdrage levert aan de correlatie. Voor de zomer in 2009 is alleen de droogvalduur bepalend geweest voor de verschillen in biomassa en dichtheid op de suppletielocatie met een correlatie van 0,38.

Uit de analyse kan geconcludeerd worden dat uit deze zes omgevingsvariabelen de droogvalduur het meest bijdraagt aan de correlatie met de verzameling monsters voor zowel biomassa als dichtheid voor alle jaren.

**Tabel 2: Correlatie tussen omgevingsvariabelen en de bodemdiergemeenschap van de zomer- en najaars-bemonstering 2009-2011 op basis van de Bio-Env analyse.**

	Biomassa						Dichtheid					
	Zomer			Najaar			Zomer			Najaar		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
<b>Correlatie</b>	<b>0,38</b>	<b>0,48</b>	<b>0,45</b>	<b>0,29</b>	<b>0,41</b>	<b>0,34</b>	<b>0,38</b>	<b>0,49</b>	<b>0,48</b>	<b>0,42</b>	<b>0,44</b>	<b>0,44</b>
Droogvalduur	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Chlorofyl (a)			*	*		*			*			*
Slibfractie					*				*	*	*	
Fijn zand					*	*					*	*
Sedimentatie/erosie		*						*				
Korrelgrootte D <sub>50</sub>												*

## 5 Discussie

---

### 5.1 Methode

De suppletie is op een relatief wat hoger gebied aangebracht ten opzichte van de omgeving op de Galgeplaat, wat er voor zorgt dat abiotische factoren in het begin al deels anders waren tussen de suppletielocatie en het omliggende referentiegebied. Dit is terug te zien in de korrelgrootte en de slibfractie die op de referentiegebieden rondom de suppletie verschillend zijn. De slibfractie is circa vijf maal hoger op het referentiegebied (referentie 2-5 % slib, suppletie <0,5 % slib). Deze abiotische factoren kunnen er voor zorgen dat de macrobenthische fauna gevarieerd is op de plaat en dus ook op beide gebieden (Escaravage *et al.*, 2003). De temporele analyse toont inderdaad aan dat vóór de suppletie in juni 2008 de beide gebieden al deels verschillend waren in biomassa en dichtheid, voornamelijk door een verschil in het voorkomen van Polychaete borstelwormen. Dit bewijst ook hoe moeilijk het is om een goed referentiegebied te kiezen met ongeveer gelijke (a)biotische factoren en bodemdiergemeenschappen. De MDS analyse wijst wel uit dat de bodemdiergemeenschap van het referentiegebied van zomer 2008 en najaar 2008 weinig van elkaar verschillen. Dit betekent dat de suppletie geen effect heeft gehad op de bodemdiergemeenschap waaruit blijkt dat in dát opzicht het referentiegebied goed is gekozen. Door het analyseren van meer monsterpunten wordt de steekproef groter en de kans op onderlinge verschillen kleiner.

### 5.2 Temporele analyse

Door de suppletie in de zomer van 2008 kan gesteld worden dat door de opgebrachte laagdikte van gemiddeld 65 cm al het bodemleven gedood is. Dat de bodemfauna bij deze laagdikte vernietigd is, is conform de studie van Bijkerk (1988) en Essink (1999), die onderzoek uitvoerden naar de fatale begravingsdiepte van verschillende soorten macrobenthos als gevolg van het storten van baggerspecie. De bemonstering in oktober 2008 geeft duidelijk de impact van de suppletie weer. De rekolonisatie is gestart met *Hydrobia ulvae* die op bijna de gehele suppletie voorkomt met gemiddeld 1540 ind/m<sup>2</sup>. Monsterpunt 44 dat aan de rand van het impactgebied ligt heeft hier een hoog aandeel in met ruim 9000 ind/m<sup>2</sup>. Meerdere studies beschrijven dat *Hydrobia* in hoge dichtheden kan voorkomen (vb. Troost & Ysebaert, 2011). Het wadslakje is een zeer mobiele soort die zich met opkomend water door het produceren van gasbelletjes met de stroom kan mee laten drijven (Little & Nix, 1976, ecomare.nl). De wadslakjes kunnen hierdoor, afhankelijk van de stroming, lokaal in grote aantallen voorkomen. In april 2009 is de tweede snelle kolonisator op de suppletie waarneembaar, namelijk *Pygospio elegans*. Deze zandkokerworm wordt op 9 van de 10 monsterpunten waargenomen met een hogere dichtheid en biomassa als op het referentiegebied. Van Colen *et al.* (2008) voerden onderzoek uit naar het rekolonisatiepatroon in een volledig dood gebied als gevolg van hypoxie (zuurstofgebrek). In dit onderzoek was *Pygospio* ook, na *Hydrobia*, de tweede kolonisator. Dat *Pygospio* in grotere aantallen voorkomt, komt omdat de eerste kolonisators de meeste ruimte hebben en daarom in hogere dichtheden kunnen voorkomen (Lavaleye, 1999). Op het referentiegebied is de dichtheid en de biomassa van *Pygospio* lager omdat hier meer K-strategen aanwezig zijn, wat de populatie r-strategen kan verminderen (Lavaleye, 1999).

In juli 2009 breidt de rekolonisatie zich verder uit met voornamelijk Polychaeta waaronder *Arenicola marina* die op veel monsterpunten aangetroffen wordt. Van deze laatste is bekend dat deze heel mobiel is en zich ook zwemmend kan verplaatsen om zich elders te vestigen (Bijkerk & Dekker, 1991). De soortenrijkdom in juli 2009 is bijna gelijk met het referentiegebied waarbij bijna alle soorten die op het referentiegebied in juli 2009 zijn aangetroffen, ook zijn aangetroffen op de suppletie, zij het veelal in kleine aantallen. Ook is in juli 2009 op een aantal locaties *Cerastoderma*

*edule*, de kokkel, aangetroffen waaruit kan worden opgemaakt dat kokkelbroed zich heeft gevestigd op de suppletie. Kornman *et al.* (2001) schrijven dat in de Waddenzee nonnetjes en kokkels met een schelpenlengte tot 4 mm zich in hun eerste zomer vestigen op plaatsen waar schelpdieren in lagere dichtheden voorkomen, wat hoger in het intergetijdengebied is. Dit is ook waarneembaar op de suppletielocatie. *Macoma balthica*, het nonnetje, wordt op de suppletie in grotere dichtheden gevonden als op het referentiegebied. Van Colen *et al.* (2008) voerden een studie uit naar de rekolonisatie van benthos en concludeerden ook dat het nonnetje één van de snelle kolonisators was. Een goede broedval is tevens te danken aan een strenge winter (Beukema 1992) wat in 2008-2009 het geval was (knmi.nl). De biomassa van het nonnetje is echter op de referentielocaties wel hoger omdat daar meer volwassen exemplaren voorkomen.

In oktober 2009 is *Hydrobia ulvae* op de suppletielocatie in tegenstelling tot het referentiegebied weer voor een groot deel verantwoordelijk voor de totale dichtheid. Deze trend lijkt zich door te zetten met een hoge dichtheid en biomassa in november 2011 wat te maken kan hebben met de hoogteligging van de suppletie. Over het algemeen hebben de wadslakjes een voorkeur voor de hogere delen in het intergetijdengebied (Geurts van Kessel, 2004; Escaravage *et al.*, 2003). Vanaf oktober 2009 is er ook een toename waarneembaar in het aantal en de biomassa van de kokkel op de suppletie. De dichtheden zijn hoger dan op de referentielocatie wat komt omdat er meer juveniele kokkels aanwezig zijn.

In 2011 zijn de beide gebieden nog steeds verschillend. Er bestaat een grote overlap tussen de gebieden in soortenrijkdom, maar het bodemleven op de suppletielocatie is vooralsnog niet geheel hetzelfde als in het referentiegebied.

### 5.3 Ruimtelijke analyse

Uit de ruimtelijke analyse is gebleken dat de verspreiding van soorten nog niet evenwichtig is verdeeld over de suppletie. *Lanice conchilega* komt alleen voor op één locatie aan de rand van de suppletie. Strasser & Pieloth (2001) beschrijven in een studie dat *Lanice* in de grootste dichtheden voorkomt in het lage intergetijdengebied. Ook Escaravage *et al.* (2003) schrijven dat een relatief korte droogvalduur een verhoogde kans geeft op het voorkomen van *Lanice*. De suppletie ligt grotendeels hoger dan de omgeving wat een reden kan zijn voor de geringe verspreiding van deze schelpkokerworm. Callaway (2003) beschrijft dat een hard epibenthisch substraat van belang is voor de vestiging van de larven van *Lanice*. Op het monsterpunt op de suppletie waar de schelpkokerworm het meest voorkomt, zijn ook een groot aantal kokkelschelpen gevonden (pers. meded. Eric van Zanten & Dick de Jong) wat tevens een reden kan zijn voor de hoge dichtheid.

Op de suppletie is de hoogte heterogeen verdeeld waardoor ook de dynamiek en de droogvalduur een effect hebben op de verspreiding van soorten. Over het algemeen is te zien dat op de hogere delen van de suppletie, boven 0 m NAP, de rekolonisatie beperkter is. Dit is vooral zichtbaar voor de kokkel die daar geheel niet te vinden is. De droogvalduur heeft een groot effect op de benthische macrofauna omdat die in hoge mate bepaalt hoe lang de dieren blootgesteld staan aan zonlicht, warmte en neerslag (Escaravage *et al.*, 2003).

Uit de BioENV analyse in dit onderzoek blijkt dat de droogvalduur het sterkst gerelateerd is aan de ontwikkeling van de benthische macrofauna op de suppletie. De droogvalduur is echter gerelateerd aan andere omgevingsfactoren zoals bodemvocht die niet in dit onderzoek zijn getoetst doordat deze data nog niet beschikbaar was. Bodemvocht is hier vermoedelijk een meer bepalende factor dan de droogvalduur. De droogvallende gebieden variëren qua bodemvochtigheid wat te maken heeft met het hoogteverschil op de suppletie. Uit visuele waarnemingen blijkt dat op de hogere delen van de suppletie het sediment sneller uitdroogt, terwijl op de lagere delen het water langer wordt vastgehouden en er zelfs permanent vochtige gebieden (plassen) ontstaan. Uit het onderzoek blijkt dat de rekolonisatie op de hogere en droge delen van de suppletie trager ver-

loopt dan op de lagere delen waar de droogvalduur korter is en de bodem vochtiger is. De bodemvochtigheid kan een gunstige invloed hebben op de rekolonisatie van de bentische macrofauna en dient nader onderzocht te worden. Daarbij is het belangrijk om te onderzoeken wat het effect is van de vormgeving van de suppletie op het bodemvocht.

Uit de Bio-Env analyse blijkt dat het chlorofylgehalte, de slibfractie en fijn zand (hoewel in mindere mate) gecorreleerd zijn met de bodemdiergemeenschap. Deze omgevingsfactoren zijn niet significant gecorreleerd aan elkaar. Stapel & de Jong (1998) beschrijven ook dat chlorofyl (a) en het slibgehalte niet gerelateerd zijn aan elkaar. De aanwezigheid van diatomeeën bevordert het voorkomen van bodemdieren omdat die deels afhankelijk zijn van het microfytobenthos voor hun voedsel (Van der Wal *et al.*, 2006).



## 6 Conclusie en aanbevelingen

---

In dit hoofdstuk zal antwoord gegeven worden op de hoofdvraag van dit onderzoek:

*Hoe verloopt het herstel van de benthische macrofauna op de suppletielocatie op de Galgeplaat en welke (a)biotische factoren zijn bepalend voor de rekolonisatiesnelheid?*

De suppletie van circa 65 cm is fataal geworden voor het bodemleven dat op de locatie aanwezig was. Het herstel is voor een groot deel te bepalen met de vergelijking van de 10 monsterpunten op de suppletie en het omliggende gebied waar tevens 10 monsterpunten dienen als referentie. Aan de hand van de t0-meting en visueel gezien was het gebied al verschillend in korrelgrootte, slibfractie en de samenstelling van het macrobenthos. Met name de Polychaete wormen zijn op het referentiegebied meer aangetroffen dan op de suppletielocatie. De kolonisatie start met de opportunistische soorten zoals *Hydrobia ulvae*, *Pygospio elegans*, *Macoma balthica*. In oktober 2009 laat het bodemleven op de suppletie een duidelijke toename zien in biomassa. De soortenrijkdom is dan al grotendeels vergelijkbaar met de referentielocatie. Vanaf dat moment zet de kolonisatie sneller door maar blijft de samenstelling van het macrobenthos (de bodemdiergemeenschap) nog steeds verschillend. Een overduidelijk beeld is te zien bij *Lanice conchilega* welke nauwelijks terug komt op de suppletie. *Hydrobia ulvae* komt dan weer meer voor op de suppletie dan op de referentiegebieden. Ook *Cerastoderma edule* laat een gunstige trend zien op de suppletie wat bevorderlijk is voor steltlopers zoals de scholekster.

Door de suppletie is de bodemhoogte vermeerderd en daarbij de droogvalduur toegenomen van circa 30 tot 50%. Daarmee bevindt de suppletie zich nog steeds in de optimale zone voor een rijke ontwikkeling aan bodemleven, welke zich gemiddeld in de Oosterschelde tussen 20-60% droogvalduur bevindt. Uit dit onderzoek blijkt dat de droogvalduur het sterkst gerelateerd is met de ontwikkeling van het macrobenthos op de suppletie, maar hier zijn ook andere omgevingsfactoren mee gerelateerd. De rekolonisatie is het sterkst op de lagere gebieden waar een kortere droogvalduur is, terwijl op de hogere delen van de suppletie de rekolonisatie trager verloopt. Dit heeft vermoedelijk eerder te maken met verschillen in bodemvocht dan met de droogvalduur op zich. Uit visuele waarnemingen blijkt dat op de hogere delen het sediment sneller uitdroogt, terwijl op de lagere delen het water langer wordt vastgehouden en zelfs permanent vochtige gebieden (plassen) ontstaan. Dit kan een gunstige invloed hebben op de rekolonisatie.

De aanbeveling is dan ook om nader te onderzoeken of de hypothese juist is dat de natte gebieden de rekolonisatie bevorderen. Tevens dient onderzocht te worden of de vormgeving van de suppletie invloed heeft op het bodemvocht. Dit kan dan leiden tot een geoptimaliseerd suppletieontwerp, wat het uiteindelijke streven is. Ook het weglaten van de *Hydrobia ulvae* in de analyse zou een ander beeld kunnen geven van de rekolonisatie wat in een volgende studie wellicht onderzocht kan worden. Tot nu toe zijn er 10 van de 39 referentie monsterpunten uitgezocht en gede-termineert. Wanneer voor een volgende studie de dataset uitgebreid wordt met de overige monsterpunten kan dit een betrouwbaarder beeld van het referentiegebied geven.

## Dankwoord

---

Mijn dank gaat uit naar Rijkswaterstaat die mij middels een duaal traject de kans heeft geboden om dit onderzoek uit te voeren voor mijn studie. Eric van Zanten, opdrachtgever van dit onderzoek, dank ik voor de begeleiding en prettige samenwerking. Tevens ook Bram Verkruysse, begeleider vanuit de Hogeschool Zeeland, en Dick de Jong van Rijkswaterstaat die beide ook bijgedragen hebben aan de kwaliteit van het rapport middels het lezen en het geven van feedback. Ook wil ik IMARES bedanken die een werkplek voor mij creëerde waardoor ik dicht bij deskundigen aanwezig was die mij geholpen hebben om dit onderzoek ten uitvoering te brengen. In het bijzonder Tom Ysebaert, begeleider vanuit IMARES, en Ilse de Mesel die mij geholpen heeft met 'het begrijpen' van het programma PRIMER en ook de tijd heeft genomen om de bemonsteringsdata op tijd bij mij aan te leveren. Hier heeft ook Eva Hartog een rol in gespeeld door dag in dag uit determinatiewerk uit te voeren. Eva heeft mij nog een lesje determineerwerk in het lab en een lesje monsters nemen op de Galgeplaat gegeven wat leuk en leerzaam was. Hiervoor hartelijk dank en tevens ook nog alle andere betrokkenen die een bijdrage geleverd hebben voor de totstandkoming van dit rapport.

## Referenties

---

- Bijkerk, R., Dekker, P.I. (1991). De wadpier *Arenicola marina* (Polychaeta), *Ecologisch profiel*. Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren. Haren, april 1991.
- Blake, R.W. (1979) Exploitation of a natural population of *Arenicola marina* (L) from the north-east coast of England. *Journal of Applied Ecology*, Volume 16: 663-670.
- Beukema, J.J. (1992). Expected changes in the Wadden Sea benthos in a warmer world: lessons from periods with mild winters. *Netherlands Journal of Sea Research*, Volume 30: 73-79.
- Callaway, R. (2003). Juveniles stick to adults: recruitment of the tube-dwelling polychaete *Lanice conchilega* (Pallas, 1766). *Hydrobiologia*, Volume 503: 121-130.
- Clarke, K.R., Gorley, R.N. (2006). *PRIMER v6: User Manual/Tutorial*. PRIMER-E: Plymouth.
- Clarke, K.R., Warwick, R.M. (2001). Change in marine communities: *an statistical analysis and interpretation*, 2<sup>nd</sup> edition. PRIMER-E: Plymouth.
- Colen, C. van, Montserrat, F., Vincx, M., Herman, P. M. J., Ysebaert, T., Degraer, S. (2008). Macrobenthic recovery from hypoxia in an estuarine tidal mudflat. *Marine Ecology Progress Series*, Volume 372: 31-42.
- Coosen, J., Seys, J., Meire, P.M., Craeymeersch, J.A.M. (1994) Effect of sedimentological and hydrodynamical changes in the intertidal areas of the Oosterschelde estuary (SW Netherlands) on distribution, density and biomass of five common macrobenthic species: *Spio martinensis* (Mesnil), *Hydrobia ulvae* (Pennant), *Arenicola marina* (L.), *Scoloplos armiger* (Muller) and *Bathyporeia* sp. *Hydrobiologia* 282/283: 235-249.
- Craeymeersch, J.A. (1991). Applicability of the abundance/biomass comparison method to detect pollution effects on intertidal macrobenthic communities, *Hydrobiological Bulletin*, Volume 24(2): 133-140.
- Escaravage, V., Ysebaert, T., Bos, M. (2003). Karakteristieken van het macrobenthos in de Oosterschelde in verband met actuele beheersvragen: *Verworming?, Zandhonger en Steltlopers? Uitheemse versus Inheemse soorten?*. Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen, Nederlands Instituut voor Ecologie.
- Essink, K. (1999) Ecological effects of dumping of dredged sediments; options for management, *Journal of Coastal Conservation*, Volume 5: 69-80.
- Essink, K. (2005). Bodemfauna en beleid, Een overzicht van 35 jaar bodemfauna onderzoek en monitoring in Waddenzee en Noordzee. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Rapport RIKZ/2005.028.
- Fish, J.D., Fish, S. (2011). *A Student's Guide to the Seashore*. Cambridge University Press.

- Geurts van Kessel, A.J.M. (2004). Verlopend tij, *Oosterschelde, een veranderend natuurmonument*. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Rapport RIKZ/2004.028.
- Guerra-García, J.M., García-Gómez, J.C. (2006). Recolonization of defaunated sediments, *Fine versus gross sand and dredging versus experimental trays*. Estuarine, Coastal and Shelf Science, Volume 68: 328-342.
- Goffin A., Lescrauwaet A.-K., Calewaert J.-B., Mees J., Seys J., Delbare D., Demaré W, Hostens K., Moulaert I., Parmentier K., Redant F., Mergaert K., Vanhooreweder B., Maes F., De Meyer P., Belpaeme K., Maelfait H., Degraer S., De Maerschalck V., Derous S., Gheschiere T., Vanaverbeke J., Van Hoey G., Kuijken E., Stienen E., Haelters J., Kerckhof F., Overloop S., Peeters B. (2006). MIRA Milieurapport Vlaanderen, Achtergronddocument 2006, Kust & Zee. Vlaamse Milieumaatschappij.
- Hal, R. van, Bos, O.G., Jak, R.G. (2011). Noordzee: systeemdynamiek, klimaatverandering, natuurtypen en benthos, *Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011*. Wageningen, september 2011.
- Hebbelinck, L. (2010). Monitoring van exotische macro-invertebraten in de Vlaamse havens. Universiteit Gent, Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen, Gent.
- Hoey, G. van, Guilini, K., Rabaut, M., Vincx, M., Degraer, S. (2008). Ecological implications of the presence of the tube-building Polychaeta *Lanice conchilega* on soft-bottom benthic ecosystems, Marine Biology: DOI 10.1007/s00227-008-0992-1.
- Koppel, J. van de, Herman, P. M., Thoolen, P., Heip, C.H.R. (2001). Do alternative stable states occur in natural ecosystems evidence from a tidal flat. Ecology, Volume 82: 3449-3461.
- Kornman, B., Kamermans, P., Tydeman, P. (2001). De handel en wandel van Kokkel en Nonnetje in hun eerste levensjaar, *Kennis en inzicht voor herstel, inrichting en beheer op basis van literatuur en veldonderzoek*. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Rapport RIKZ/2001.036.
- Lavaleye, M.S.S. (1999). Rapport Graadmeters van de Noordzee, *Infaunal Trophic Index (ITI) van het macrobenthos en structuur macrobenthos gemeenschap (verhouding r- en K-strategen)*. Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ), Texel.
- Little, C., Nix, W. (1976). The Burrowing and Floating Behaviour of the Gastropod *Hydrobia ulvae*. Estuarine and Coastal Marine Science, Volume 4: 537-544.
- Meire, P.M., Seys, J., Buijs, J., Coosen, J. (1994). Spatial and temporal patterns of intertidal macrobenthic populations in the Oosterschelde: are they influenced by the construction of the storm surge barrier? Hydrobiologia, Volume 282 (3): 157-182.
- McLusky, D.S., Anderson FE & Wolfe-Murphy S (1983) Distribution and population recovery of *Ar-enicola marina* and other benthic fauna after bait digging. Marine Ecology Progress Series, Volume 11: 173-179.
- Ministerie LNV. (2005). Nationale Parken in Nederland. IFZ Bedrijfsuitgeverij, september 2005.

Morgan, T.S., Rogers, A.D., Paterson, G.L.J., Hawkins, L.E., Shearer, M. (1999). Evidence for poecilogony in *Pygospio elegans* (Polychaeta: Spionidae). *Marine Ecology Progress Series*, Volume 178: 121-132.

Newell, G.E. (1948) A contribution to our knowledge of the life history of *Arenicola marina* (L). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, Volume 27: 554-580.

Peletier, H., Janssen, G.M. (2004). De levende natuur als ecosysteemvormer in kustgebieden, *De effecten van biologische activiteiten en materialen in de ecologie van de zandige kust*. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Rapport RIKZ/2004.005.

RIKZ (2004). Effecten van een nieuwe spuisluis in de Afsluitdijk op de ecologie van de Waddenzee. *Rapportage fase 3 van het onderdeel ecologie van de [ES]2-Afsluitdijk effectenstudie*. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Rapport RIKZ /2004.022 113p.

RIKZ (2007). Natuurcompensatie Maasvlakte Twee in de Voordelta, De inzet van kennis over de ecologie en morfologie van de Voordelta om het maatregelenpakket ter compensatie van de natuureffecten van de Tweede Maasvlakte te verantwoorden, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Rapport RIKZ/2007.006.

Speybroeck, J., Bonte, D., Dasseville, R., Gheschiere, T., Grootaert, P., Lionard, M., Maelfait, J.P., Sabbe, K., Stienen, E.W.M., Broeck, K. van den, Walle, M. van de, Landuyt, W. van, Vercruyssen, E., Vyverman, W., Vincx, M., Degraer, S. (2005). Biologische evaluatie van elf strandzones langs de Vlaamse Kust - B.E.ST. AMINAL – afdeling Natuur – cel Kustzonebeheer, Brugge.

Stapel, J., Jong, D.J. de. (1998). Ontwikkelingen in de biomassa van het microfyto-benthos in de Oosterschelde en Westerschelde in de periode 1981 - 1996. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Rapport RIKZ/98.023.

Strasser, M., Pieloth, U. (2001). Recolonization pattern of the polychaete *Lanice conchilega* on an intertidal sand flat following the severe winter of 1995/96. *Helgoland Marine Research*, Volume 55: 176-181, 2001.

Strasser, M., Dekker R., Essink, K., Günther, C.P., Jaklin, S., Kröncke, I., Madsen, P.B., Michaelis, H., Vedel, G. (2002) How predictable is high bivalve recruitment in the Wadden Sea after a severe winter? *Journal of Sea Research*, Volume 49: 47-57, 2003.

Troost, K., Ysebaert, T. (2011). ANT Oosterschelde: Long-term trends of waders and their dependence on intertidal foraging grounds. Rapport C063/11. IMARES Wageningen UR, Yerseke.

Wal, D. van der, Ysebaert, T., Herman, P.M.J. (2006). Leven in het sediment: *teledetectie van benthische ecologie van intergetijdengebieden*, Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW), Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie.

Werf, J. van der, Rooijen, A., Reinders, J. (2012). 3<sup>e</sup> Voortgangsrapportage Proefsuppletie Galgeplaat. Deltares rapportage. Project no 1204106-000.

Ysebaert, T., Mesel, I. de, Herman, P. (2008). Kaderrichtlijn *Water Achtergronddocument Zoute Macrofauna 2008*. Rapport C076/08. IMARES Wageningen UR, Yerseke.

Zajac, R.N., Whitlatch, R.B., Thrush, S.F. (1998) Recolonization and succession in soft-sediment in-faunal communities: the spatial scale of controlling factors. *Hydrobiologia* 375/376: 227-240.

Zanten, E. van, Adriaanse, L.A. (2008) Verminderd Getij, *Verkenning naar mogelijke maatregelen om het verlies van platen, slikken en schorren in de Oosterschelde te beperken*. Middelburg, Rijks-waterstaat Zeeland.

#### Internetbronnen:

Ecomare.nl. Zandkokerwormen, *verspreiding en habitat*.

<http://www.ecomare.nl/index.php?id=3830>.

Geraadpleegd op 26 april 2012.

Ecoshape.nl. Programma.

[http://www.ecoshape.nl/nl\\_NL/about.html](http://www.ecoshape.nl/nl_NL/about.html).

Geraadpleegd op 5 juni 2012

Knmi.nl. Klimatologie, *Maand- en seizoenoverzichten*.

[http://www.knmi.nl/klimatologie/maand\\_en\\_seizoenoverzichten/index.html](http://www.knmi.nl/klimatologie/maand_en_seizoenoverzichten/index.html).

Geraadpleegd op 1 juni 2012.

Marlin.ac.uk. BIOTIC Species Information for *Lanice conchilega*.

<http://www.marlin.ac.uk/biotic/browse.php?sp=4368>.

Geraadpleegd op 9 mei 2012.

Publicwiki.deltares.nl. Kokkel, *Cerastoderma edule*.

<https://publicwiki.deltares.nl/display/HBTDB/Kokkel+-+Cerastoderma+edule>.

Geraadpleegd op 26 april 2012.

Soortenbank.nl. Wadslakje (*Hydrobia ulvae*).

<http://www.soortenbank.nl/soorten.php?soortengroep=duikgids&menuentry=soorten&id=206&tab=synoniemen>.

Geraadpleegd op 26 april 2012.

Synbiosys.alterra.nl. Oosterschelde.

<http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k&groep=10&id=n2k118>.

Geraadpleegd op 29 mei 2012.

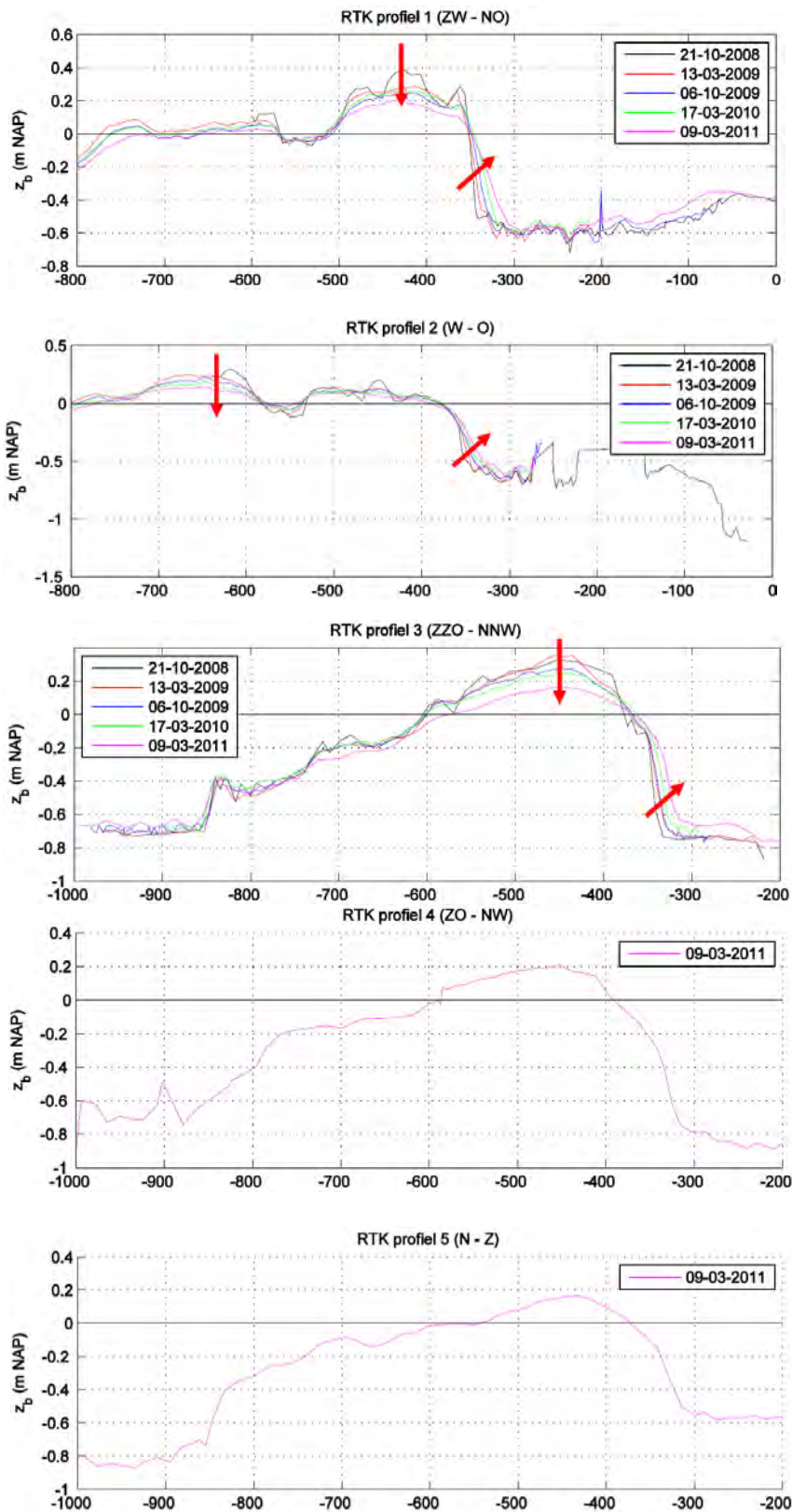
Wadloopgids.nl. Kokkel.

[http://www.wadloopgids.nl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=26:bodemleven-kokkel&catid=7:bodemleven&Itemid=24](http://www.wadloopgids.nl/index.php?option=com_content&view=article&id=26:bodemleven-kokkel&catid=7:bodemleven&Itemid=24).

Geraadpleegd op 26 april 2012.

# Bijlagen

## Bijlage 1: Langsprofielen van de bodemhoogte op de suppletielocatie





Bijlage 2: Satellietbeeld Galgeplaat 2005



**Bijlage 3:**      Gemiddelde sedimentatie/erosie tussen de bemonsteringsdata in cm/week

<b>Sedimentatie/erosie in cm per week</b>							
Monsternummer	Hoogte (aflopend)	jul-09	okt-09	jul-10	okt-10	jul-11	nov-11
1003	17	0,06	-0,34	-0,13	-0,09	-0,09	-0,08
1002	16	-0,40	-0,45	-0,18	0,00	-0,12	-0,15
17	15	0,23	-0,34	-0,05	-0,05	-0,12	-0,15
27	8	-0,11	-0,23	-0,08	-0,14	0,00	0,00
49	7	-0,52	0,23	-0,33	-0,09	0,00	-0,08
1006	1	-0,11	0,00	-0,03	-0,05	0,00	-0,08
12	0	0,34	0,23	-0,18	0,00	0,00	-0,15
14	0	-0,06	-0,11	0,00	0,00	-0,03	0,00
101	0	-0,29	0,34	-0,05	-0,09	0,03	-0,08
103	0	-0,29	0,23	-0,08	0,05	-0,03	-0,08
94	-2	0,57	0,56	-0,08	0,00	0,06	0,15
1007	-4	-0,40	-0,45	-0,18	0,00	-0,12	-0,15
44	-5	0,34	0,00	-0,03	0,14	0,12	0,23
37	-8	0,57	-0,56	0,10	-0,05	0,06	0,08
1004	-9	0,17	-0,11	-0,10	0,05	-0,06	-0,08
15	-13	0,06	-0,23	0,05	-0,05	0,00	0,00
9	-14	0,34	0,23	-0,05	0,14	0,06	0,00
1005	-14	0,00	-0,11	0,00	0,14	-0,12	-0,08
1008	-15	0,57	-0,45	0,05	0,00	0,14	-0,23
97	-22	0,40	-0,23	0,03	0,00	0,00	0,15
1001	-36	1,20	0,45	0,15	0,14	0,03	0,00
1010	-38	0,46	-0,11	0,03	-0,05	0,17	0,00
8	-40	0,40	-0,11	0,05	0,14	-0,06	0,00
98	-43	0,17	0,00	0,13	-0,05	0,03	0,08
1009	-51	0,40	-0,45	0,00	0,14	-0,06	-0,08

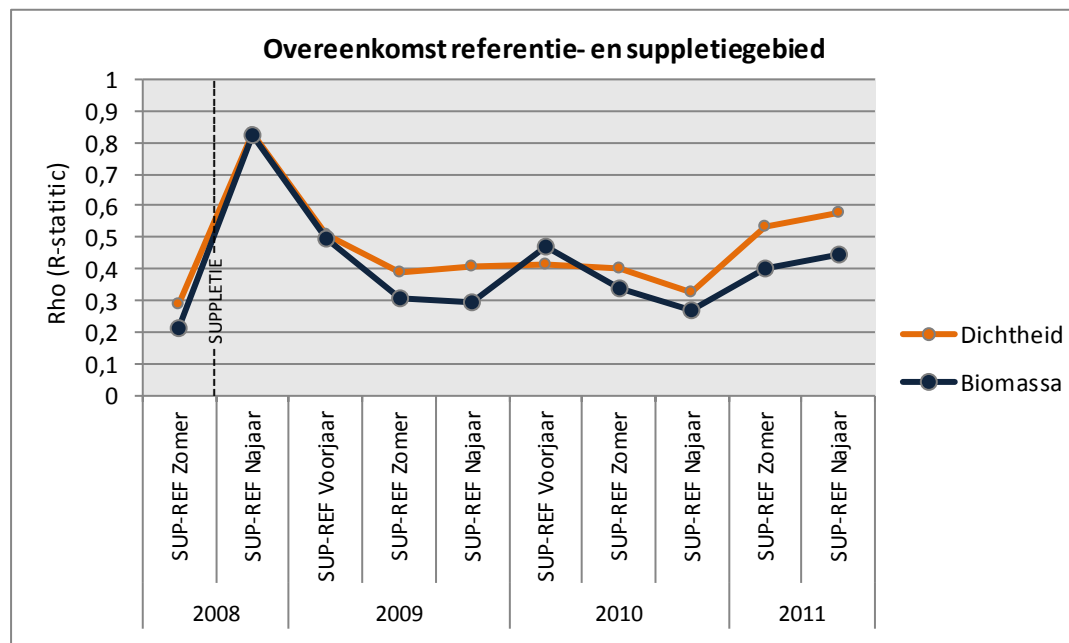
## Bijlage 4: Berekende droogvalduur per locatie en bemonsteringsdatum

Droogvalduur %						
Monsterlocatie	14-jul-09	5-okt-09	14-jul-10	13-okt-10	19-jul-11	2-nov-11
8	40,5	40,3	40,8	41,6	41,1	41,1
9	46,8	47,3	46,8	47,6	48,1	48,1
12	52,9	53,3	51,7	51,7	51,7	51,2
14	52,1	51,9	51,9	51,9	51,7	51,7
15	48,6	48,1	48,6	48,4	48,4	48,4
17	57,6	56,9	56,4	56,2	55,2	54,8
27	55,5	55,0	54,3	53,6	53,6	53,6
37	49,7	48,4	49,5	49,2	49,7	50,0
44	48,9	48,9	48,6	49,5	50,5	51,2
49	56,4	56,9	53,8	53,3	53,3	53,1
94	50,2	51,4	50,7	50,7	51,2	51,7
97	46,2	45,4	45,9	45,7	45,9	45,7
98	38,8	38,8	40,3	40,0	40,3	40,5
101	51,7	52,4	51,9	51,4	51,7	51,4
103	51,9	52,6	51,9	51,9	51,7	51,4
1001	38,2	39,4	41,1	41,9	42,2	42,2
1002	59,0	58,1	56,4	56,4	55,5	55,0
1003	58,8	58,1	56,9	56,4	55,7	55,7
1004	50,7	50,5	49,5	50,2	49,5	49,2
1005	48,6	48,4	48,4	49,2	48,1	47,8
1006	52,4	52,4	52,1	51,9	51,9	51,7
1007	51,2	51,4	50,7	50,7	50,7	51,0
1008	47,0	45,9	46,5	46,5	47,8	47,0
1009	38,8	37,6	37,6	38,5	37,9	37,6
1010	40,3	40,0	40,3	40,0	41,6	41,6

## Bijlage 5: ANOSIM uitvoer

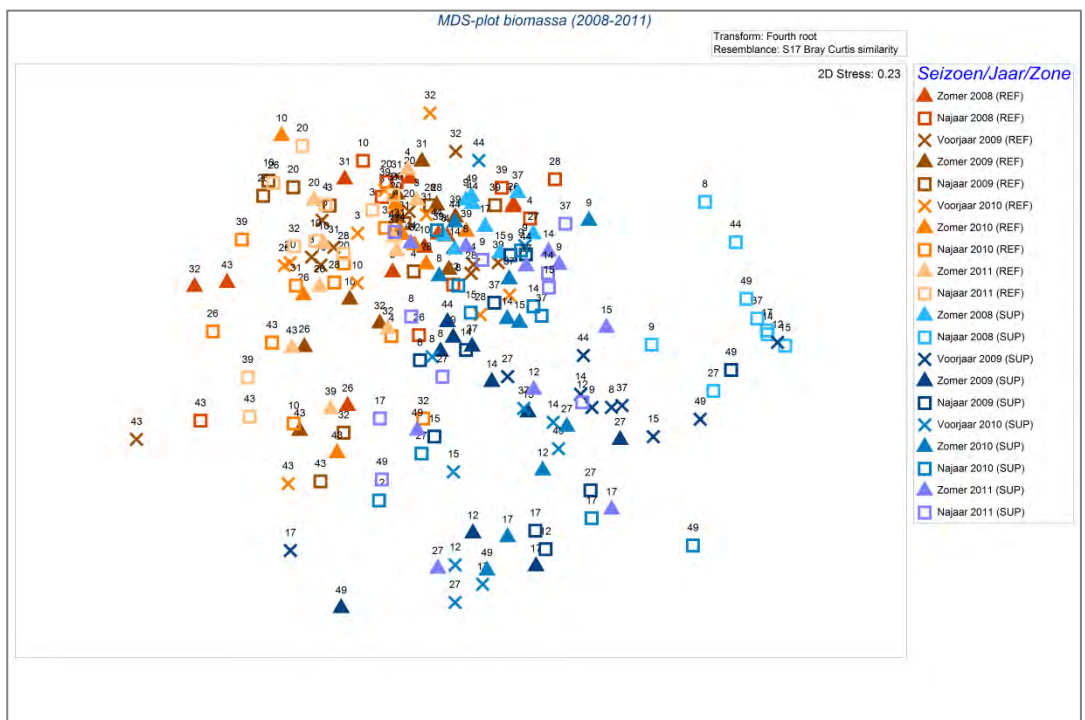
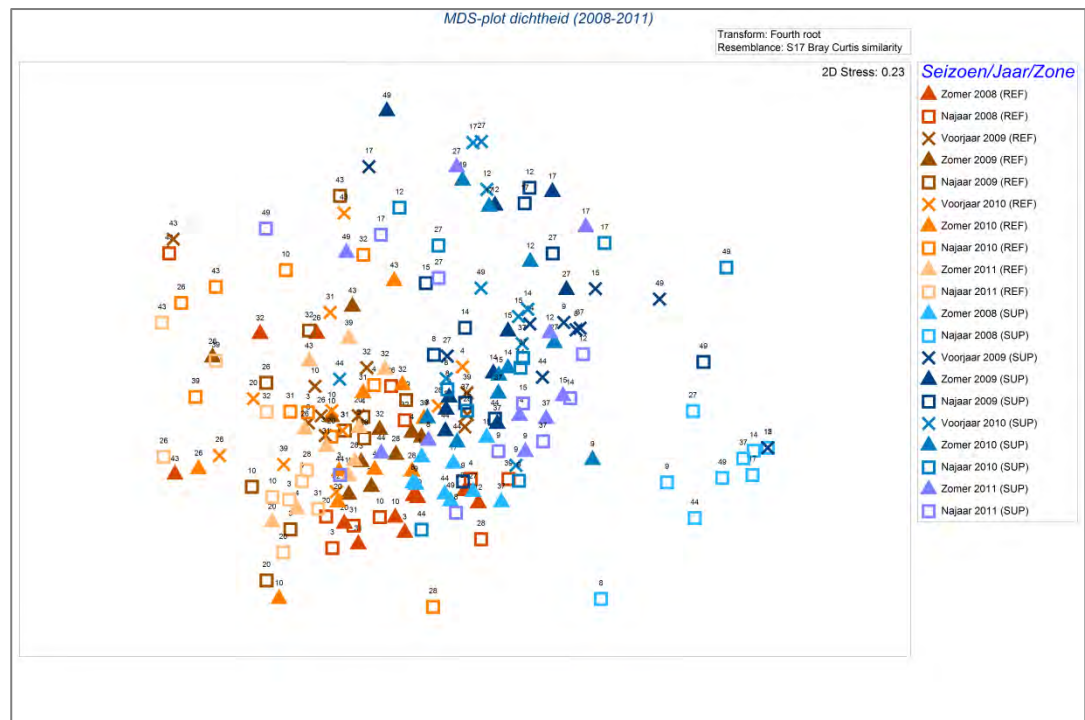
Bij de ANOSIM dient men vooral te kijken naar de Parameter Rho. Deze parameter zegt iets over de nul hypothese  $H_0$  welke stelt dat er geen verschil is tussen de gebieden. Hoe hoger de waarde voor Rho, hoe groter het verschil tussen twee gebieden. Wanneer Rho ongeveer 0 is dan is de  $H_0$  juist. Rho =1 als de gebieden totaal van elkaar verschillen. Tussen 0 en 1 is er in meer of mindere mate overlap tussen de beide gebieden.

De Rho-waarde is het laagst, circa 0,25, voor zowel de dichtheid als de biomassa voor SUP-REF zomer van 2008. Dit is vóór de uitvoering van de suppletie waar de gebieden ook de meeste overeenkomsten hadden. In het najaar is de impact voor dichtheid en biomassa zichtbaar door de hoge Rho-waarde van respectievelijk 0,829 en 0,824. De jaren daarna is er veel overlap tussen de beide gebieden met een Rho-waarde van circa 0,4. In de zomer en het najaar van 2011 laat de Rho-waarde weer een lichte stijging zien. Deze stijging heeft voornamelijk te maken met *Hydrobia* die op de suppletielocatie meer voorkomt dan op het referentiegebied. Ook de bijna gehele afwezigheid van *Lanice* op de suppletielocatie blijft voor een verschil in de gebieden zorgen

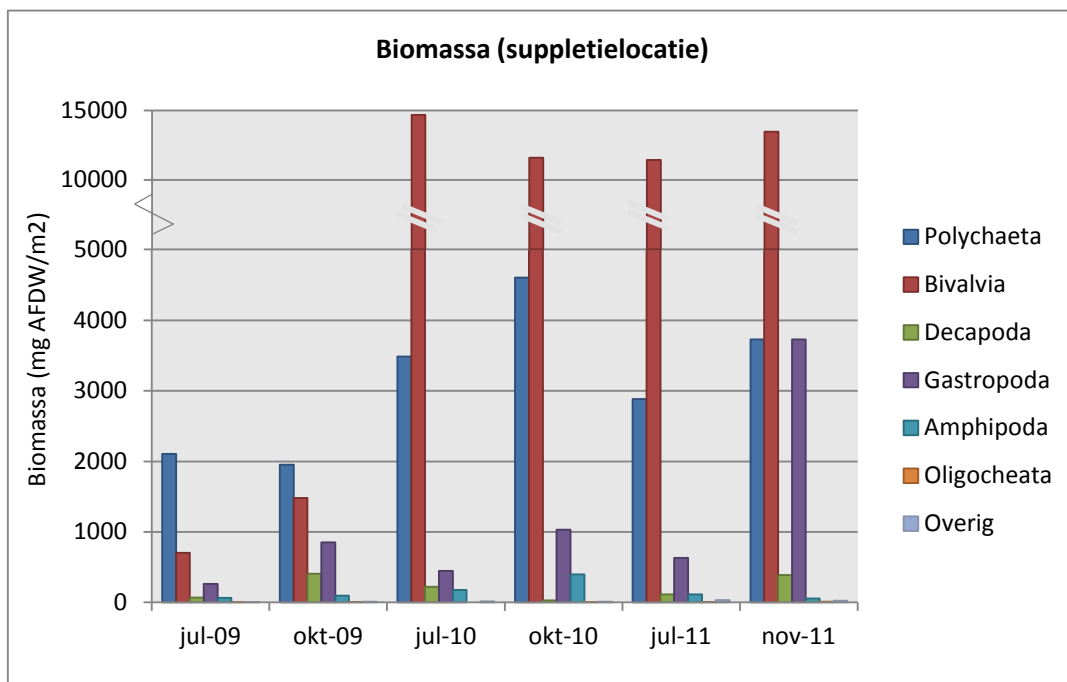
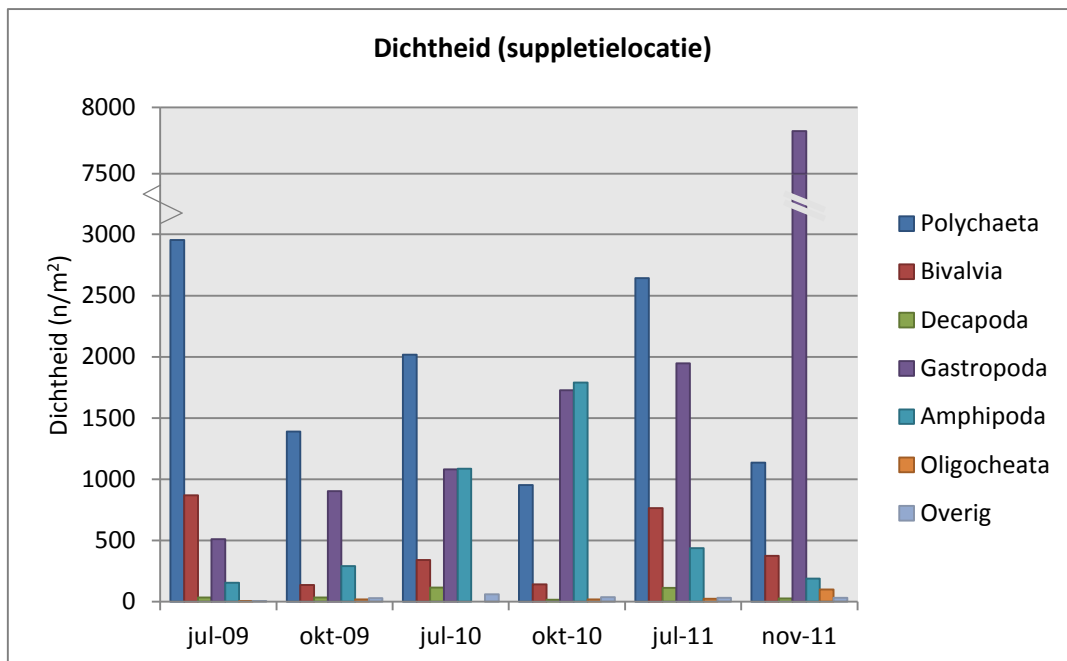


Overeenkomst tussen het referentie- en het suppletiegebied voor de dichtheid en de biomassa. Hoe lager de Rho-waarde, hoe groter de overeenkomsten tussen beide gebieden.

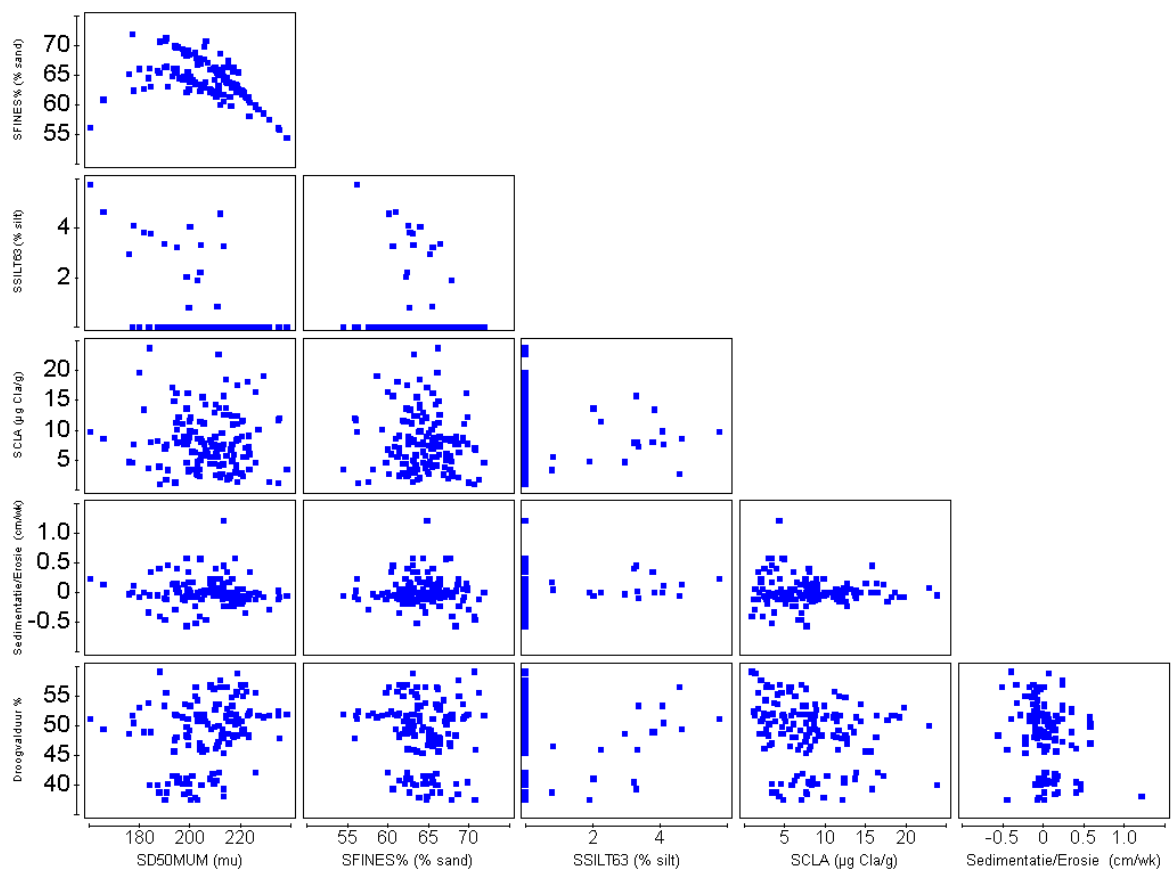
## Bijlage 6 MDS-plot dichtheid en biomassa 2008-2011



Bijlage 7: Dichtheid en Biomassa ruimtelijke analyse (geclassificeerd)



## Bijlage 8 Draftsman Plot omgevingsvariabelen





## Bijlage 9: Bio-Env uitvoer dichtheid en biomassa zomer/najaar 2009-2011

<div>BEST (Biomassa)</div> <div>Biota and/or Environment matching</div> <div></div> <div>Data type: <i>Environmental</i></div> <div>Sample selection: <i>All</i></div> <div>Variable selection: <i>1,2,5,6,11,12</i></div> <div></div> <div>Parameters</div> <div>Rank correlation method: Spearman</div> <div>Method: BIOENV</div> <div>Maximum number of variables: 5</div> <div>Resemblance:</div> <div>Analyse between: Samples</div> <div>Resemblance measure: D1 Euclidean distance</div>	<div>BEST (Dichtheid)</div> <div>Biota and/or Environment matching</div> <div></div> <div>Data type: <i>Environmental</i></div> <div>Sample selection: <i>All</i></div> <div>Variable selection: <i>1,2,5,6,11,12</i></div> <div></div> <div>Parameters</div> <div>Rank correlation method: Spearman</div> <div>Method: BIOENV</div> <div>Maximum number of variables: 5</div> <div>Resemblance:</div> <div>Analyse between: Samples</div> <div>Resemblance measure: D1 Euclidean distance</div>																																																																		
<div>Biomassa zomer 2009</div>	<div>Dichtheid zomer 2009</div>																																																																		
<div>Variables</div> <div>1 SD50MUM (mu)</div> <div>2 SFINES% (% sand)</div> <div>5 SSILT63 (% silt)</div> <div>6 SCLA (µg Cla/g)</div> <div>11 Sedimentatie/Erosie (cm/wk)</div> <div>12 Droogvalduur %</div> <div></div> <div>Best results</div> <table><tr><th>No.Vars</th><th>Corr.</th><th>Selections</th></tr><tr><td>1</td><td>0.384</td><td>12</td></tr><tr><td>2</td><td>0.347</td><td>11,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.340</td><td>1,11,12</td></tr><tr><td>2</td><td>0.326</td><td>2,12</td></tr><tr><td>2</td><td>0.326</td><td>1,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.318</td><td>2,11,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.312</td><td>1,2,11,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.300</td><td>1,2,12</td></tr><tr><td>2</td><td>0.295</td><td>6,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.280</td><td>1,6,11,12</td></tr></table>	No.Vars	Corr.	Selections	1	0.384	12	2	0.347	11,12	3	0.340	1,11,12	2	0.326	2,12	2	0.326	1,12	3	0.318	2,11,12	4	0.312	1,2,11,12	3	0.300	1,2,12	2	0.295	6,12	4	0.280	1,6,11,12	<div>Variables</div> <div>1 SD50MUM (mu)</div> <div>2 SFINES% (% sand)</div> <div>5 SSILT63 (% silt)</div> <div>6 SCLA (µg Cla/g)</div> <div>11 Sedimentatie/Erosie (cm/wk)</div> <div>12 Droogvalduur %</div> <div></div> <div>Best results</div> <table><tr><th>No.Vars</th><th>Corr.</th><th>Selections</th></tr><tr><td>1</td><td>0.381</td><td>12</td></tr><tr><td>2</td><td>0.371</td><td>11,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.369</td><td>1,11,12</td></tr><tr><td>2</td><td>0.343</td><td>1,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.336</td><td>2,11,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.336</td><td>1,2,11,12</td></tr><tr><td>2</td><td>0.329</td><td>2,12</td></tr><tr><td>2</td><td>0.327</td><td>6,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.324</td><td>6,11,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.324</td><td>1,6,11,12</td></tr></table>	No.Vars	Corr.	Selections	1	0.381	12	2	0.371	11,12	3	0.369	1,11,12	2	0.343	1,12	3	0.336	2,11,12	4	0.336	1,2,11,12	2	0.329	2,12	2	0.327	6,12	3	0.324	6,11,12	4	0.324	1,6,11,12
No.Vars	Corr.	Selections																																																																	
1	0.384	12																																																																	
2	0.347	11,12																																																																	
3	0.340	1,11,12																																																																	
2	0.326	2,12																																																																	
2	0.326	1,12																																																																	
3	0.318	2,11,12																																																																	
4	0.312	1,2,11,12																																																																	
3	0.300	1,2,12																																																																	
2	0.295	6,12																																																																	
4	0.280	1,6,11,12																																																																	
No.Vars	Corr.	Selections																																																																	
1	0.381	12																																																																	
2	0.371	11,12																																																																	
3	0.369	1,11,12																																																																	
2	0.343	1,12																																																																	
3	0.336	2,11,12																																																																	
4	0.336	1,2,11,12																																																																	
2	0.329	2,12																																																																	
2	0.327	6,12																																																																	
3	0.324	6,11,12																																																																	
4	0.324	1,6,11,12																																																																	
<div>Biomassa najaar 2009</div>	<div>Dichtheid najaar 2009</div>																																																																		
<div>Variables</div> <div>1 SD50MUM (mu)</div> <div>2 SFINES% (% sand)</div> <div>5 SSILT63 (% silt)</div> <div>6 SCLA (µg Cla/g)</div> <div>11 Sedimentatie/Erosie (cm/wk)</div> <div>12 Droogvalduur %</div> <div></div> <div>Best results</div> <table><tr><th>No.Vars</th><th>Corr.</th><th>Selections</th></tr><tr><td>2</td><td>0.288</td><td>6,12</td></tr><tr><td>2</td><td>0.284</td><td>5,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.283</td><td>5,6,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.282</td><td>5,6,11,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.282</td><td>5,11,12</td></tr><tr><td>2</td><td>0.281</td><td>1,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.279</td><td>6,11,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.278</td><td>1,11,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.270</td><td>1,6,11,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.264</td><td>1,6,12</td></tr></table>	No.Vars	Corr.	Selections	2	0.288	6,12	2	0.284	5,12	3	0.283	5,6,12	4	0.282	5,6,11,12	3	0.282	5,11,12	2	0.281	1,12	3	0.279	6,11,12	3	0.278	1,11,12	4	0.270	1,6,11,12	3	0.264	1,6,12	<div>Variables</div> <div>1 SD50MUM (mu)</div> <div>2 SFINES% (% sand)</div> <div>5 SSILT63 (% silt)</div> <div>6 SCLA (µg Cla/g)</div> <div>11 Sedimentatie/Erosie (cm/wk)</div> <div>12 Droogvalduur %</div> <div></div> <div>Best results</div> <table><tr><th>No.Vars</th><th>Corr.</th><th>Selections</th></tr><tr><td>2</td><td>0.418</td><td>5,12</td></tr><tr><td>2</td><td>0.415</td><td>6,12</td></tr><tr><td>1</td><td>0.412</td><td>12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.401</td><td>5,6,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.388</td><td>6,11,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.382</td><td>5,11,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.381</td><td>1,6,11,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.381</td><td>1,11,12</td></tr><tr><td>2</td><td>0.380</td><td>1,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.380</td><td>5,6,11,12</td></tr></table>	No.Vars	Corr.	Selections	2	0.418	5,12	2	0.415	6,12	1	0.412	12	3	0.401	5,6,12	3	0.388	6,11,12	3	0.382	5,11,12	4	0.381	1,6,11,12	3	0.381	1,11,12	2	0.380	1,12	4	0.380	5,6,11,12
No.Vars	Corr.	Selections																																																																	
2	0.288	6,12																																																																	
2	0.284	5,12																																																																	
3	0.283	5,6,12																																																																	
4	0.282	5,6,11,12																																																																	
3	0.282	5,11,12																																																																	
2	0.281	1,12																																																																	
3	0.279	6,11,12																																																																	
3	0.278	1,11,12																																																																	
4	0.270	1,6,11,12																																																																	
3	0.264	1,6,12																																																																	
No.Vars	Corr.	Selections																																																																	
2	0.418	5,12																																																																	
2	0.415	6,12																																																																	
1	0.412	12																																																																	
3	0.401	5,6,12																																																																	
3	0.388	6,11,12																																																																	
3	0.382	5,11,12																																																																	
4	0.381	1,6,11,12																																																																	
3	0.381	1,11,12																																																																	
2	0.380	1,12																																																																	
4	0.380	5,6,11,12																																																																	

<div>BEST (Biomassa)</div> <div>Biota and/or Environment matching</div> <div>Data type: <i>Environmental</i></div> <div>Sample selection: <i>All</i></div> <div>Variable selection: <i>1,2,5,6,11,12</i></div> <div>Parameters</div> <div>Rank correlation method: Spearman</div> <div>Method: BIOENV</div> <div>Maximum number of variables: 5</div> <div>Resemblance:</div> <div>Analyse between: Samples</div> <div>Resemblance measure: D1 Euclidean distance</div>	<div>BEST (Dichtheid)</div> <div>Biota and/or Environment matching</div> <div>Data type: <i>Environmental</i></div> <div>Sample selection: <i>All</i></div> <div>Variable selection: <i>1,2,5,6,11,12</i></div> <div>Parameters</div> <div>Rank correlation method: Spearman</div> <div>Method: BIOENV</div> <div>Maximum number of variables: 5</div> <div>Resemblance:</div> <div>Analyse between: Samples</div> <div>Resemblance measure: D1 Euclidean distance</div>																																																																		
<div>Biomassa zomer 2010</div>	<div>Dichtheid zomer 2010</div>																																																																		
<div>Variables</div> <div>1 SD50MUM (mu)</div> <div>2 SFINES% (% sand)</div> <div>5 SSILT63 (% silt)</div> <div>6 SCLA (µg Cla/g)</div> <div>11 Sedimentatie/Erosie (cm/wk)</div> <div>12 Droogvalduur %</div> <div>Best results</div> <table><tr><th>No.Vars</th><th>Corr.</th><th>Selections</th></tr><tr><td>2</td><td>0.475</td><td>11,12</td></tr><tr><td>1</td><td>0.463</td><td>12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.441</td><td>6,11,12</td></tr><tr><td>2</td><td>0.416</td><td>6,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.407</td><td>1,6,11,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.399</td><td>1,11,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.394</td><td>2,6,11,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.393</td><td>2,11,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.378</td><td>1,6,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.367</td><td>5,11,12</td></tr></table>	No.Vars	Corr.	Selections	2	0.475	11,12	1	0.463	12	3	0.441	6,11,12	2	0.416	6,12	4	0.407	1,6,11,12	3	0.399	1,11,12	4	0.394	2,6,11,12	3	0.393	2,11,12	3	0.378	1,6,12	3	0.367	5,11,12	<div>Variables</div> <div>1 SD50MUM (mu)</div> <div>2 SFINES% (% sand)</div> <div>5 SSILT63 (% silt)</div> <div>6 SCLA (µg Cla/g)</div> <div>11 Sedimentatie/Erosie (cm/wk)</div> <div>12 Droogvalduur %</div> <div>Best results</div> <table><tr><th>No.Vars</th><th>Corr.</th><th>Selections</th></tr><tr><td>2</td><td>0.486</td><td>11,12</td></tr><tr><td>1</td><td>0.486</td><td>12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.471</td><td>6,11,12</td></tr><tr><td>2</td><td>0.462</td><td>6,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.367</td><td>5,6,11,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.360</td><td>5,11,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.354</td><td>1,6,11,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.335</td><td>2,6,11,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.335</td><td>1,6,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.319</td><td>5,6,12</td></tr></table>	No.Vars	Corr.	Selections	2	0.486	11,12	1	0.486	12	3	0.471	6,11,12	2	0.462	6,12	4	0.367	5,6,11,12	3	0.360	5,11,12	4	0.354	1,6,11,12	4	0.335	2,6,11,12	3	0.335	1,6,12	3	0.319	5,6,12
No.Vars	Corr.	Selections																																																																	
2	0.475	11,12																																																																	
1	0.463	12																																																																	
3	0.441	6,11,12																																																																	
2	0.416	6,12																																																																	
4	0.407	1,6,11,12																																																																	
3	0.399	1,11,12																																																																	
4	0.394	2,6,11,12																																																																	
3	0.393	2,11,12																																																																	
3	0.378	1,6,12																																																																	
3	0.367	5,11,12																																																																	
No.Vars	Corr.	Selections																																																																	
2	0.486	11,12																																																																	
1	0.486	12																																																																	
3	0.471	6,11,12																																																																	
2	0.462	6,12																																																																	
4	0.367	5,6,11,12																																																																	
3	0.360	5,11,12																																																																	
4	0.354	1,6,11,12																																																																	
4	0.335	2,6,11,12																																																																	
3	0.335	1,6,12																																																																	
3	0.319	5,6,12																																																																	
<div>Biomassa najaar 2010</div>	<div>Dichtheid najaar 2010</div>																																																																		
<div>Variables</div> <div>1 SD50MUM (mu)</div> <div>2 SFINES% (% sand)</div> <div>5 SSILT63 (% silt)</div> <div>6 SCLA (µg Cla/g)</div> <div>11 Sedimentatie/Erosie (cm/wk)</div> <div>12 Droogvalduur %</div> <div>Best results</div> <table><tr><th>No.Vars</th><th>Corr.</th><th>Selections</th></tr><tr><td>3</td><td>0.405</td><td>2,5,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.354</td><td>1,2,5,12</td></tr><tr><td>2</td><td>0.346</td><td>5,12</td></tr><tr><td>2</td><td>0.329</td><td>2,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.329</td><td>2,5,6,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.315</td><td>1,5,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.314</td><td>2,5,11,12</td></tr><tr><td>5</td><td>0.295</td><td>1,2,5,6,12</td></tr><tr><td>5</td><td>0.279</td><td>1,2,5,11,12</td></tr><tr><td>5</td><td>0.277</td><td>2,5,6,11,12</td></tr></table>	No.Vars	Corr.	Selections	3	0.405	2,5,12	4	0.354	1,2,5,12	2	0.346	5,12	2	0.329	2,12	4	0.329	2,5,6,12	3	0.315	1,5,12	4	0.314	2,5,11,12	5	0.295	1,2,5,6,12	5	0.279	1,2,5,11,12	5	0.277	2,5,6,11,12	<div>Variables</div> <div>1 SD50MUM (mu)</div> <div>2 SFINES% (% sand)</div> <div>5 SSILT63 (% silt)</div> <div>6 SCLA (µg Cla/g)</div> <div>11 Sedimentatie/Erosie (cm/wk)</div> <div>12 Droogvalduur %</div> <div>Best results</div> <table><tr><th>No.Vars</th><th>Corr.</th><th>Selections</th></tr><tr><td>3</td><td>0.435</td><td>2,5,12</td></tr><tr><td>2</td><td>0.418</td><td>5,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.374</td><td>1,2,5,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.368</td><td>2,5,11,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.361</td><td>1,5,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.348</td><td>5,11,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.335</td><td>2,5,6,12</td></tr><tr><td>5</td><td>0.321</td><td>1,2,5,11,12</td></tr><tr><td>1</td><td>0.317</td><td>5</td></tr><tr><td>3</td><td>0.317</td><td>5,6,12</td></tr></table>	No.Vars	Corr.	Selections	3	0.435	2,5,12	2	0.418	5,12	4	0.374	1,2,5,12	4	0.368	2,5,11,12	3	0.361	1,5,12	3	0.348	5,11,12	4	0.335	2,5,6,12	5	0.321	1,2,5,11,12	1	0.317	5	3	0.317	5,6,12
No.Vars	Corr.	Selections																																																																	
3	0.405	2,5,12																																																																	
4	0.354	1,2,5,12																																																																	
2	0.346	5,12																																																																	
2	0.329	2,12																																																																	
4	0.329	2,5,6,12																																																																	
3	0.315	1,5,12																																																																	
4	0.314	2,5,11,12																																																																	
5	0.295	1,2,5,6,12																																																																	
5	0.279	1,2,5,11,12																																																																	
5	0.277	2,5,6,11,12																																																																	
No.Vars	Corr.	Selections																																																																	
3	0.435	2,5,12																																																																	
2	0.418	5,12																																																																	
4	0.374	1,2,5,12																																																																	
4	0.368	2,5,11,12																																																																	
3	0.361	1,5,12																																																																	
3	0.348	5,11,12																																																																	
4	0.335	2,5,6,12																																																																	
5	0.321	1,2,5,11,12																																																																	
1	0.317	5																																																																	
3	0.317	5,6,12																																																																	

<div>BEST (Biomassa)</div> <div>Biota and/or Environment matching</div> <div>Data type: <i>Environmental</i></div> <div>Sample selection: <i>All</i></div> <div>Variable selection: <i>1,2,5,6,11,12</i></div> <div>Parameters</div> <div>Rank correlation method: Spearman</div> <div>Method: BIOENV</div> <div>Maximum number of variables: 5</div> <div>Resemblance:</div> <div>Analyse between: Samples</div> <div>Resemblance measure: D1 Euclidean distance</div>	<div>BEST (Dichtheid)</div> <div>Biota and/or Environment matching</div> <div>Data type: <i>Environmental</i></div> <div>Sample selection: <i>All</i></div> <div>Variable selection: <i>1,2,5,6,11,12</i></div> <div>Parameters</div> <div>Rank correlation method: Spearman</div> <div>Method: BIOENV</div> <div>Maximum number of variables: 5</div> <div>Resemblance:</div> <div>Analyse between: Samples</div> <div>Resemblance measure: D1 Euclidean distance</div>																																																																		
<div>Biomassa zomer 2011</div>	<div>Dichtheid zomer 2011</div>																																																																		
<div>Variables</div> <div>1 SD50MUM (mu)</div> <div>2 SFINES% (% sand)</div> <div>5 SSILT63 (% silt)</div> <div>6 SCLA (µg Cla/g)</div> <div>11 Sedimentatie/Erosie (cm/wk)</div> <div>12 Droogvalduur %</div> <div>Best results</div> <table><tr><th>No.Vars</th><th>Corr.</th><th>Selections</th></tr><tr><td>2</td><td>0.448</td><td>6,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.399</td><td>5,6,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.389</td><td>1,6,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.384</td><td>6,11,12</td></tr><tr><td>1</td><td>0.362</td><td>6</td></tr><tr><td>4</td><td>0.349</td><td>5,6,11,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.330</td><td>1,5,6,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.329</td><td>1,6,11,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.318</td><td>2,6,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.302</td><td>1,2,6,12</td></tr></table>	No.Vars	Corr.	Selections	2	0.448	6,12	3	0.399	5,6,12	3	0.389	1,6,12	3	0.384	6,11,12	1	0.362	6	4	0.349	5,6,11,12	4	0.330	1,5,6,12	4	0.329	1,6,11,12	3	0.318	2,6,12	4	0.302	1,2,6,12	<div>Variables</div> <div>1 SD50MUM (mu)</div> <div>2 SFINES% (% sand)</div> <div>5 SSILT63 (% silt)</div> <div>6 SCLA (µg Cla/g)</div> <div>11 Sedimentatie/Erosie (cm/wk)</div> <div>12 Droogvalduur %</div> <div>Best results</div> <table><tr><th>No.Vars</th><th>Corr.</th><th>Selections</th></tr><tr><td>3</td><td>0.482</td><td>5,6,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.439</td><td>5,6,11,12</td></tr><tr><td>2</td><td>0.438</td><td>6,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.398</td><td>1,5,6,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.383</td><td>6,11,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.374</td><td>1,6,12</td></tr><tr><td>5</td><td>0.369</td><td>1,5,6,11,12</td></tr><tr><td>2</td><td>0.364</td><td>5,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.348</td><td>5,11,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.347</td><td>2,5,6,12</td></tr></table>	No.Vars	Corr.	Selections	3	0.482	5,6,12	4	0.439	5,6,11,12	2	0.438	6,12	4	0.398	1,5,6,12	3	0.383	6,11,12	3	0.374	1,6,12	5	0.369	1,5,6,11,12	2	0.364	5,12	3	0.348	5,11,12	4	0.347	2,5,6,12
No.Vars	Corr.	Selections																																																																	
2	0.448	6,12																																																																	
3	0.399	5,6,12																																																																	
3	0.389	1,6,12																																																																	
3	0.384	6,11,12																																																																	
1	0.362	6																																																																	
4	0.349	5,6,11,12																																																																	
4	0.330	1,5,6,12																																																																	
4	0.329	1,6,11,12																																																																	
3	0.318	2,6,12																																																																	
4	0.302	1,2,6,12																																																																	
No.Vars	Corr.	Selections																																																																	
3	0.482	5,6,12																																																																	
4	0.439	5,6,11,12																																																																	
2	0.438	6,12																																																																	
4	0.398	1,5,6,12																																																																	
3	0.383	6,11,12																																																																	
3	0.374	1,6,12																																																																	
5	0.369	1,5,6,11,12																																																																	
2	0.364	5,12																																																																	
3	0.348	5,11,12																																																																	
4	0.347	2,5,6,12																																																																	
<div>Biomassa najaar 2011</div>	<div>Dichtheid najaar 2011</div>																																																																		
<div>Variables</div> <div>1 SD50MUM (mu)</div> <div>2 SFINES% (% sand)</div> <div>5 SSILT63 (% silt)</div> <div>6 SCLA (µg Cla/g)</div> <div>11 Sedimentatie/Erosie (cm/wk)</div> <div>12 Droogvalduur %</div> <div>Best results</div> <table><tr><th>No.Vars</th><th>Corr.</th><th>Selections</th></tr><tr><td>4</td><td>0.341</td><td>1,2,6,12</td></tr><tr><td>5</td><td>0.339</td><td>1,2,5,6,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.328</td><td>2,6,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.326</td><td>1,5,6,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.324</td><td>1,6,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.320</td><td>2,5,6,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.301</td><td>1,2,6</td></tr><tr><td>5</td><td>0.297</td><td>1,2,6,11,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.297</td><td>1,2,5,6</td></tr><tr><td>2</td><td>0.283</td><td>1,6</td></tr></table>	No.Vars	Corr.	Selections	4	0.341	1,2,6,12	5	0.339	1,2,5,6,12	3	0.328	2,6,12	4	0.326	1,5,6,12	3	0.324	1,6,12	4	0.320	2,5,6,12	3	0.301	1,2,6	5	0.297	1,2,6,11,12	4	0.297	1,2,5,6	2	0.283	1,6	<div>Variables</div> <div>1 SD50MUM (mu)</div> <div>2 SFINES% (% sand)</div> <div>5 SSILT63 (% silt)</div> <div>6 SCLA (µg Cla/g)</div> <div>11 Sedimentatie/Erosie (cm/wk)</div> <div>12 Droogvalduur %</div> <div>Best results</div> <table><tr><th>No.Vars</th><th>Corr.</th><th>Selections</th></tr><tr><td>4</td><td>0.438</td><td>1,2,6,12</td></tr><tr><td>5</td><td>0.436</td><td>1,2,5,6,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.417</td><td>1,2,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.415</td><td>1,2,5,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.404</td><td>1,5,12</td></tr><tr><td>2</td><td>0.399</td><td>1,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.398</td><td>1,5,6,12</td></tr><tr><td>3</td><td>0.393</td><td>1,6,12</td></tr><tr><td>4</td><td>0.380</td><td>2,5,6,12</td></tr><tr><td>5</td><td>0.376</td><td>1,2,6,11,12</td></tr></table>	No.Vars	Corr.	Selections	4	0.438	1,2,6,12	5	0.436	1,2,5,6,12	3	0.417	1,2,12	4	0.415	1,2,5,12	3	0.404	1,5,12	2	0.399	1,12	4	0.398	1,5,6,12	3	0.393	1,6,12	4	0.380	2,5,6,12	5	0.376	1,2,6,11,12
No.Vars	Corr.	Selections																																																																	
4	0.341	1,2,6,12																																																																	
5	0.339	1,2,5,6,12																																																																	
3	0.328	2,6,12																																																																	
4	0.326	1,5,6,12																																																																	
3	0.324	1,6,12																																																																	
4	0.320	2,5,6,12																																																																	
3	0.301	1,2,6																																																																	
5	0.297	1,2,6,11,12																																																																	
4	0.297	1,2,5,6																																																																	
2	0.283	1,6																																																																	
No.Vars	Corr.	Selections																																																																	
4	0.438	1,2,6,12																																																																	
5	0.436	1,2,5,6,12																																																																	
3	0.417	1,2,12																																																																	
4	0.415	1,2,5,12																																																																	
3	0.404	1,5,12																																																																	
2	0.399	1,12																																																																	
4	0.398	1,5,6,12																																																																	
3	0.393	1,6,12																																																																	
4	0.380	2,5,6,12																																																																	
5	0.376	1,2,6,11,12																																																																	

## Bijlage 10: Biomassa referentiegebied 2008 – 2011

Gemiddelde biomassa Referentie (AFDW mg/m <sup>2</sup> )											
Groep	Latijnse soortnaam	25-06-08	15-10-08	1-04-09	14-07-09	5-10-09	14-04-10	14-07-10	14-10-10	19-07-11	2-11-11
Bivalvia	<i>Abra alba</i>	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Aphelochaeta marioni</i>	202.6	117.1	102.3	85.4	32.5	53.0	4.2	4.2	15.2	92.6
Polychaeta	<i>Arenicola defodiens</i>	0.0	0.0	1300.6	341.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Arenicola marina</i>	1963.4	2074.5	22.0	1715.6	1886.1	1716.1	7428.7	4176.9	1407.7	3036.6
Amphipoda	<i>Bathyporeia pilosa</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	2.3	0.0	2.0	0.0	0.0
Amphipoda	<i>Bathyporeia sarsi</i>	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Amphipoda	<i>Bathyporeia sp</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.4	0.3	0.0
Bivalvia	<i>BIVALVIA</i>	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cumacea	<i>Bodotri pulchella</i>	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Decapoda	<i>BRACHYURA</i>	0.0	0.1	0.0	27.4	0.0	0.0	34.0	0.0	54.2	0.4
Polychaeta	<i>Capitella capitata</i>	13.5	35.3	37.1	31.6	11.9	49.5	6.7	20.8	18.1	102.6
Decapoda	<i>Carcinus maenas</i>	1738.5	263.3	0.0	172.7	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
Bivalvia	<i>Cerastoderma edule</i>	20023.0	26972.0	4780.0	36584.2	15667.1	6918.1	39688.5	3970.1	11617.7	4277.7
Amphipoda	<i>Cheirocratus sp</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
Amphipoda	<i>Corophiidae</i>	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Amphipoda	<i>Corophium arenarium</i>	1.4	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	4.4	4.0	5.5
Amphipoda	<i>Corophium sp</i>	0.0	0.2	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Decapoda	<i>Crangon crangon</i>	572.0	112.6	4.1	710.9	47.6	8.4	217.1	0.0	207.3	101.2
Decapoda	<i>Crangonidae</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0
Cumacea	<i>CUMACEA</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cumacea	<i>Cumopsis goodsiri</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Decapoda	<i>Decapoda</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.2	0.0
Bivalvia	<i>Ensis sp</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Eteone sp</i>	8.7	0.9	0.0	8.3	10.9	15.6	0.0	0.0	0.0	1.4
Polychaeta	<i>Eteoninae sp</i>	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Eumida bahusensis</i>	27.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Eumida sanguinea</i>	4.8	0.0	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	92.6
Polychaeta	<i>Eumida sp</i>	0.50	45.9	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9
Polychaeta	<i>Exogone sp</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Amphipoda	<i>Gammaridae</i>	0.0	0.0	0.0	0.4	0.1	0.0	0.4	0.0	0.1	0.0
Amphipoda	<i>Gammarus locusta</i>	1671.6	110.1	29.3	0.0	2.6	0.0	31.0	0.0	60.7	35.7
Amphipoda	<i>Gammarus sp</i>	55.8	39.8	0.0	5.0	6.8	0.0	10.6	1.8	7.4	10.6
Gastropoda	<i>GASTROPODA</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Overig	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Glycera sp</i>	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Glycera tridactyla</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	153.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Harmothoe sp</i>	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0	0.9	1.5	0.0	5.4	0.0
Polychaeta	<i>Hediste diversicolor</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.8	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Heteromastus filiformis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.4	9.0	2.4	0.0	0.0
Gastropoda	<i>Hydrobia ulvae</i>	12575.8	9263.8	949.6	49.0	3.7	162.8	28.5	17.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Lanice conchilega</i>	3265.0	4918.5	3296.8	6789.7	5291.3	4442.1	4892.3	2514.3	1267.7	5446.5
Decapoda	<i>Liocarcinus arcuatus</i>	0.0	284.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bivalvia	<i>Macoma balthica</i>	113.8	26.9	149.8	1077.9	240.1	539.3	318.1	174.5	796.2	826.9
Polychaeta	<i>Malmgreniella lunulata</i>	2.6	3.7	19.9	74.1	0.0	0.0	0.0	0.0	25.7	51.7
Amphipoda	<i>Marphysa sanguinea</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	50.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Amphipoda	<i>Microdeutopus anomalus</i>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
Amphipoda	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	3.6	0.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0
Amphipoda	<i>Microdeutopus sp</i>	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
Polychaeta	<i>Microphthalma aberrans</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
Polychaeta	<i>Microphthalma scelkawi</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.1
Polychaeta	<i>Microphthalma similis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Microphthalma sp</i>	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Microprotopus maculatus</i>	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Amphipoda	<i>Microprotopus sp</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bivalvia	<i>Mya arenaria</i>	745.4	3631.0	0.0	941.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bivalvia	<i>Mysella bidentata</i>	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Overig	<i>Mysidae</i>	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bivalvia	<i>Mytilus edulis</i>	0.0	512.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	0.1
Polychaeta	<i>Nephtys cirrosa</i>	0.0	0.0	56.8	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	6.6
Polychaeta	<i>Nephtys hombergii</i>	1563.0	751.9	515.4	1129.2	550.9	436.2	1089.2	987.2	313.8	1248.3
Polychaeta	<i>Nephtys sp</i>	28.5	4.2	1.0	1.1	2.6	3.2	0.5	0.0	0.0	0.8
Polychaeta	<i>Nereis diversicolor</i>	238.7	708.8	180.5	534.7	1011.8	0.0	0.8	254.3	0.0	1035.0
Polychaeta	<i>Nereis longissima</i>	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Nereis sp</i>	19.9	20.6	0.0	20.8	8.7	26.8	5.1	0.7	18.3	24.7
Polychaeta	<i>Nereis succinea</i>	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Oligochaeta	<i>OLIGOCHAETA</i>	37.5	4.6	2.8	6.0	8.6	4.6	1.0	11.8	5.8	13.4
Overig	<i>Onbekend</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Overig	<i>PELECYPODA</i>	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Pholoe sp</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Phyllodoce mucosa</i>	66.6	236.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Phyllodoce sp</i>	81.0	77.0	5.1	38.7	10.8	0.0	20.8	0.0	2.4	174.3
Polychaeta	<i>Phyllodoceidae</i>	0.0	0.0	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Overig	<i>PLATHYHELMINTHES</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4
Polychaeta	<i>Platynereis dumerilii</i>	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	0.6
Polychaeta	<i>POLYCHAETA</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	1.2	0.0
Polychaeta	<i>Polydora cornuta</i>	6.0	4.8	12.0	1.4	11.4	3.4	1.1	9.6	0.0	1.3
Polychaeta	<i>Polydora sp</i>	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Amphipoda	<i>Pontocrates altamarinus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Pygospio elegans</i>	161.2	15.5	122.4	51.4	27.8	127.7	27.9	9.3	30.1	3.1
Gastropoda	<i>Retusa obtusa</i>	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Bivalvia	<i>Ruditapes decussatus</i>	455.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bivalvia	<i>Ruditapes philippinarum</i>	1.0	2840.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5
Polychaeta	<i>Scoloplos armiger</i>	680.3	313.7	550.8	680.0	180.8	219.6	497.6	230.2	698.7	654.0
Bivalvia	<i>Scrobicularia plana</i>	1.5	0.0	0.0	0.0	285.9	390.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Amphipoda	<i>Siphonocetes kroyeranus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Amphipoda	<i>Siphonocetes striatus</i>	2.7	17.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Spio martinensis</i>	0.5	0.9	61.9	0.4	2.6	3.9	0.0	4.3	0.7	1.6

Polychaeta	<i>Spionidae</i>	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Spiophanes bombyx</i>	20.0	0.1	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Stenelais boa</i>	0.0	16.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Streblospio benedicti</i>	0.0	0.0	8.4	0.0	1.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Streblospio shrubsolii</i>	0.0	0.0	1.0	0.0	0.6	0.1	0.0	0.1	0.0	0.9
Polychaeta	<i>SYLLIDAE</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
Bivalvia	<i>Tellina fabula</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Bivalvia	<i>Tellina tenuis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	181.2	0.0	0.0
Bivalvia	<i>TELLINACEA</i>	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Terebellidae</i>	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Tharyx sp</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	69.6	25.6	8.3	0.0	0.0
Amphipoda	<i>Tryphosella sarsi</i>	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Amphipoda	<i>Urothoe poseidonis</i>	124.2	37.3	11.7	56.4	133.2	23.3	51.7	88.8	33.5	98.8
Bivalvia	<i>Venerupis pullastra</i>	0.0	1351.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

## Bijlage 11: Dichtheid referentiegebied 2008 – 2011

Gemiddelde dichtheid Referentie (ind/m <sup>2</sup> )											
Groep	Latijnse soortnaam	25-06-08	15-10-08	1-04-09	14-07-09	5-10-09	14-04-10	14-07-10	14-10-10	19-07-11	2-11-11
Bivalvia	<i>Abra alba</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Aphelocheata marioni</i>	4587	1760	900	1113	427	480	413	80	260	1167
Polychaeta	<i>Arenicola defodiens</i>	0	0	7	7	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Arenicola marina</i>	47	27	153	27	20	213	0	33	13	7
Amphipoda	<i>Bathyporeia pilosa</i>	0	0	0	0	7	20	0	13	0	0
Amphipoda	<i>Bathyporeia sarsi</i>	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0
Amphipoda	<i>Bathyporeia sp</i>	0	0	0	0	0	0	67	7	7	0
Bivalvia	<i>BIVALVIA</i>	27	7	0	0	0	0	0	0	0	0
Overig	<i>Badotrai pulchella</i>	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0
Decapoda	<i>BRACHYURA</i>	0	0	0	7	0	0	87	0	20	0
Polychaeta	<i>Capitella capitata</i>	247	347	180	347	133	287	33	127	280	300
Decapoda	<i>Carcinus maenas</i>	187	13	0	67	0	0	7	0	0	0
Bivalvia	<i>Cerastoderma edule</i>	387	133	87	167	60	67	7	33	80	13
Amphipoda	<i>Cheirocratus sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
Amphipoda	<i>Corophiidae</i>	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0
Amphipoda	<i>Corophium arenarium</i>	20	0	0	0	7	0	0	20	7	20
Amphipoda	<i>Corophium sp</i>	0	13	0	13	0	0	0	0	0	0
Decapoda	<i>Crangon crangon</i>	160	40	7	80	27	20	167	0	100	60
Decapoda	<i>Crangonidae</i>	0	0	0	0	0	0	73	0	0	0
Overig	<i>CUMACEA</i>	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
Overig	<i>Cumopsis goodsiri</i>	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0
Decapoda	<i>Decapoda</i>	0	0	0	0	0	0	7	0	7	0
Bivalvia	<i>Ensis sp</i>	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Eteone sp</i>	40	7	0	27	40	20	0	0	0	7
Polychaeta	<i>Eteoninae sp</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Eumida bahusiensis</i>	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Eumida sanguinea</i>	7	0	13	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Eumida sp</i>	13	100	0	20	0	0	0	0	0	20
Amphipoda	<i>Gammaridae</i>	0	0	0	20	0	0	7	0	13	0
Amphipoda	<i>Gammarus locusta</i>	760	280	27	0	20	0	20	0	47	120
Amphipoda	<i>Gammarus sp</i>	1507	713	0	47	207	0	53	33	427	347
Gastropoda	<i>GASTROPODA SP</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Overig	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Glycera sp</i>	7	0	0	0	0	0	0	27	0	0
Polychaeta	<i>Glycera tridactyla</i>	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Harmothoe sp</i>	0	7	0	0	0	7	20	0	7	0
Polychaeta	<i>Hediste diversicolor</i>	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0
Polychaeta	<i>Heteromastus filiformis</i>	0	0	0	0	0	47	113	13	0	0
Gastropoda	<i>Hydrobia ulvae</i>	21820	14773	1400	113	13	367	60	27	0	0
Polychaeta	<i>Lanice conchilega</i>	920	667	280	373	300	220	500	113	133	160
Decapoda	<i>Liocarcinus arcuatus</i>	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
Bivalvia	<i>Macoma balthica</i>	107	27	27	213	27	147	127	27	73	73
Polychaeta	<i>Malmgreniella lunulata</i>	7	7	13	33	0	0	0	0	7	53
Amphipoda	<i>Microdeutopus anomalus</i>	0	20	0	0	0	0	0	0	0	27
Amphipoda	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	13	20	7	0	0	0	200	0	0	0
Amphipoda	<i>Microdeutopus sp</i>	0	0	0	7	0	0	0	0	7	0
Polychaeta	<i>Microphthalmus aberrans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
Polychaeta	<i>Microphthalmus scelkowi</i>	0	0	0	0	0	0	0	7	0	7
Polychaeta	<i>Microphthalmus similus</i>	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Microphthalmus sp</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Microprotopus maculatus</i>	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0
Amphipoda	<i>Microprotopus sp</i>	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
Bivalvia	<i>Mya arenaria</i>	20	7	0	20	7	0	0	0	0	0
Bivalvia	<i>Mysella bidentata</i>	0	7	7	0	0	0	0	0	0	0
Overig	<i>Mysidae</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bivalvia	<i>Mytilus edulis</i>	0	7	0	0	0	0	0	0	20	7
Overig	<i>NEMERTEA</i>	0	0	0	0	0	0	47	0	0	0
Polychaeta	<i>Nephtys hombergii</i>	60	47	40	47	47	20	0	27	33	33
Polychaeta	<i>Nephtys sp</i>	7	7	7	7	13	7	53	0	0	0
Polychaeta	<i>Nereis diversicolor</i>	13	20	7	13	13	0	7	0	0	7
Polychaeta	<i>Nereis longissima</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Nereis sp</i>	100	27	0	53	20	7	0	7	27	27
Polychaeta	<i>Nereis succinea</i>	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
Oligochaeta	<i>OLIGOCHAETA</i>	360	220	27	73	147	327	33	453	113	380
Overig	<i>PELECYPODA</i>	13	0	0	0	0	40	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Phyllodoce mucosa</i>	187	73	0	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Phyllodoce sp</i>	267	60	13	187	27	0	7	0	13	80
Polychaeta	<i>Phyllodoceidae</i>	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Plathynereis dumerilii</i>	0	7	0	0	0	0	0	0	7	7
Polychaeta	<i>POLYCHAETA</i>	27	0	0	0	0	0	193	0	0	0
Polychaeta	<i>Polydora cornuta</i>	67	67	20	13	100	7	20	53	0	13
Polychaeta	<i>Polydora sp</i>	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amphipoda	<i>Pontocrates altamarinus</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Pygospio elegans</i>	4387	373	1400	1020	333	1420	13	180	507	40
Gastropoda	<i>Retusa obtusa</i>	40	0	0	0	0	7	0	0	0	0
Bivalvia	<i>Ruditapes decussatus</i>	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bivalvia	<i>Ruditapes philippinarum</i>	7	7	0	0	0	0	0	0	0	7
Polychaeta	<i>Scoloplos armiger</i>	1247	120	200	440	120	127	0	127	400	413
Bivalvia	<i>Scrobicularia plana</i>	7	0	0	0	7	20	0	0	0	0
Amphipoda	<i>Siphonocetes kroyeranus</i>	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amphipoda	<i>Siphonocetes striatus</i>	60	240	0	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Spio martinensis</i>	13	7	7	13	20	13	0	60	13	13
Polychaeta	<i>Spionidae</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Spiophanes bombyx</i>	60	7	0	7	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Stenelais boa</i>	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Streblospio benedicti</i>	0	0	87	0	20	7	0	7	0	0

Polychaeta	<i>Streblospio shrubsolii</i>	0	0	7	0	20	7	0	7	0	27
Polychaeta	<i>SYLLIDAE</i>	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
Bivalvia	<i>Tellina fabula</i>	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0
Bivalvia	<i>Tellina tenuis</i>	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0
Bivalvia	<i>TELLINACEA</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Terebellidae</i>	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Tharyx sp</i>	0	0	0	0	0	440	80	180	0	0
Amphipoda	<i>Tryphosella sarsi</i>	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0
Amphipoda	<i>Urothoe poseidonis</i>	433	213	40	167	293	93	113	260	113	440
<i>Bivalvia</i>	<i>Venerupis pullastra</i>	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0



## Bijlage 12: Biomassa suppletielocatie 2008 – 2011

Gemiddelde biomassa Suppletie (AFDW mg/m <sup>2</sup> )											
Groep	Latijnse soortnaam	25-06-08	15-10-08	1-04-09	14-07-09	5-10-09	14-04-10	14-07-10	14-10-10	19-07-11	2-11-11
Bivalvia	<i>Abra alba</i>	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3
Polychaeta	<i>Aphelocheata marioni</i>	0.4	0.0	0.0	0.7	2.2	1.3	0.0	0.0	8.1	50.6
Polychaeta	<i>Arenicola marina</i>	607.7	108.2	27.1	2601.5	1010.7	271.7	1327.9	1209.8	1389.3	2076.2
Amphipoda	<i>Bathyporeia pilosa</i>	0.0	0.6	0.0	15.0	0.0	352.0	117.0	7.0	9.4	8.6
Amphipoda	<i>Bathyporeia sarsi</i>	0.0	0.0	0.0	1.5	56.4	4.6	0.0	284.8	14.0	2.7
Amphipoda	<i>Bathyporeia sp</i>	0.0	0.0	0.0	0.6	33.3	5.8	34.6	52.6	2.0	0.0
Bivalvia	BIVALVIA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Decapoda	BRACHYURA	4.5	0.0	0.0	23.5	0.0	0.0	28.5	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Capitella capitata</i>	1.9	1.3	22.2	113.4	0.0	5.6	1.0	6.1	0.2	12.8
Decapoda	<i>Carcinus maenas</i>	45.0	146.2	0.0	0.0	834.7	499.7	0.0	0.0	0.0	830.3
Bivalvia	<i>Cerastoderma edule</i>	16635.3	0.0	0.0	3.1	3168.6	7294.7	15047.8	14363.4	20667.9	9062.0
Polychaeta	CIRRATULIDA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Overig	CNIDARIA	0.0	0.0	20.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Amphipoda	Corophiidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Amphipoda	<i>Corophium arenarium</i>	1.8	0.0	0.0	7.4	0.0	0.0	0.0	7.4	1.0	1.0
Amphipoda	<i>Corophium sp</i>	2.2	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Amphipoda	<i>Corophium volutator</i>	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Decapoda	<i>Crangon crangon</i>	470.5	2.7	0.0	83.3	106.3	14.2	96.0	0.0	203.0	100.6
Decapoda	Crangonidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0
Decapoda	DECAPODA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
Bivalvia	<i>Ensis sp</i>	0.0	0.0	0.0	17.1	314.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Eteone flava</i>	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Eteone sp</i>	1.4	0.0	5.1	80.2	29.5	3.9	28.9	29.6	1.4	17.6
Polychaeta	<i>Eumida sp</i>	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
Amphipoda	GAMMARIDEA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
Amphipoda	<i>Gammarus locusta</i>	122.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.3	0.0
Amphipoda	<i>Gammarus sp</i>	18.2	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	2.7	0.0	1.0	1.2
Polychaeta	<i>Glycera oxycephala</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Glycera sp</i>	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	15.8	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Glycera tridactyla</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	562.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Hediste diversicolor</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	226.8	155.5	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Heteromastus filiformis</i>	0.0	0.0	18.4	3.8	0.1	0.0	0.3	0.0	0.4	0.0
Gastropoda	<i>Hydrobia ulvae</i>	16226.9	1006.8	360.7	284.3	1961.9	158.4	428.1	1292.7	934.9	4965.6
Bivalvia	<i>Kurtiella bidentata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0
Polychaeta	<i>Lañice conchilega</i>	1255.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	257.9	372.2	167.4	951.0
Bivalvia	<i>Macoma balthica</i>	686.2	0.0	0.0	344.9	123.5	38.3	103.8	102.0	527.0	408.1
Polychaeta	<i>Magelona papillicornis</i>	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	11.8	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Microphthalmus szcelkowi</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Microphthalmus sp</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bivalvia	<i>Mya arenaria</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4745.8	17797.6	0.0	0.0	0.0
Bivalvia	<i>Mytilus edulis</i>	155.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Overig	NEMERTEA	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	3.2	10.7	9.4	23.0	24.6
Polychaeta	<i>Nephtys cirrosa</i>	53.8	0.0	0.0	0.0	0.0	201.7	0.0	0.0	64.9	19.0
Polychaeta	<i>Nephtys hombergii</i>	636.1	0.0	0.0	6.1	32.0	47.9	340.6	779.4	264.3	295.5
Polychaeta	<i>Nephtys sp</i>	7.3	0.0	0.0	5.3	18.6	0.0	2.1	12.5	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Nereis diversicolor</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	294.4	71.3
Polychaeta	<i>Nereis sp</i>	32.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	3.0	27.4	1.5	0.2
Oligochaeta	OLIGOCHAETA	3.8	0.0	0.5	0.0	0.3	2.7	0.0	1.3	9.7	20.3
Overig	Onbekend	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
Polychaeta	<i>Ophelia rathkei</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.7	2.2	24.4	70.1
Decapoda	PALAEMODIAE	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Overig	PELECYPODA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	1.6	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Phyllodoce mucosa</i>	0.0	0.0	0.0	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Phyllodoce sp</i>	14.0	0.0	166.5	8.5	19.2	44.2	0.0	0.0	9.1	2.3
Polychaeta	<i>Platynereis dumerilii</i>	170.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Polydora cornuta</i>	4.3	0.4	16.2	0.0	0.0	0.0	1.3	6.3	5.9	0.0
Polychaeta	<i>Pygospio elegans</i>	37.2	0.0	165.8	98.0	76.5	112.4	92.3	71.2	211.0	24.6
Gastropoda	<i>Retusa obtusa</i>	23.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bivalvia	<i>Ruditapes decussatus</i>	0.0	0.0	2953.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3407.0	0.0
Bivalvia	<i>Ruditapes philippinarum</i>	0.0	0.0	0.0	85.6	0.0	0.0	203.1	849.6	0.0	387.3
Bivalvia	<i>Ruditapes sp</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Scolecipis bonnieri</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	115.8	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Scolecipis sp</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.6	18.5	0.0	0.7
Polychaeta	<i>Scolecipis squamata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	107.6	0.0	229.8	228.0	0.0
Polychaeta	<i>Scoloplos armiger</i>	418.3	0.0	35.0	147.8	223.6	351.0	330.4	145.5	226.1	739.2
Bivalvia	<i>Scrobicularia plana</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	0.0
Amphipoda	<i>Siphonocetes striatus</i>	8.2	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Spio martinensis</i>	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	1.5	0.0
Polychaeta	<i>Spiophanes bombyx</i>	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Streblospio shrubsolei</i>	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0
Bivalvia	TELLINACEA	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bivalvia	Tellinidae	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	Terebellidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Tharyx sp</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.7	3.6	0.0	0.0
Amphipoda	<i>Urothoe poseidonis</i>	21.3	1.4	5.3	6.6	0.0	2.4	8.3	27.2	1.9	98.6
Bivalvia	<i>Venerupis sp</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

## Bijlage 13: Dichtheid suppletielocatie 2008 – 2011

Gemiddelde dichtheid Suppletie (ind/m <sup>2</sup> )		25-06-08	15-10-08	1-04-09	14-07-09	5-10-09	14-04-10	14-07-10	14-10-10	19-07-11	2-11-11
Groep	Latijnse soortnaam										
Bivalvia	<i>Abra alba</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Polychaeta	<i>Aphelochaeta marioni</i>	20	0	0	20	27	13	0	0	140	613
Polychaeta	<i>Arenicola marina</i>	33	7	153	340	67	13	27	47	13	27
Amphipoda	<i>Bathyporeia pilosa</i>	0	7	0	67	0	893	787	40	40	27
Amphipoda	<i>Bathyporeia sarsi</i>	0	0	0	7	113	7	0	953	40	7
Amphipoda	<i>Bathyporeia sp</i>	0	0	0	7	153	87	220	347	20	0
Bivalvia	<i>BIVALVIA SP</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
Decapoda	<i>BRACHYURA</i>	20	0	0	7	0	0	40	0	0	0
Polychaeta	<i>Capitella capitata</i>	13	7	20	180	0	60	13	47	7	60
Decapoda	<i>Carcinus maenas</i>	67	7	0	0	7	7	0	0	0	7
Bivalvia	<i>Cerastoderma edule</i>	120	0	0	47	60	40	153	107	413	253
Polychaeta	<i>CIRRATULIDA</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Overig	<i>CNIDARIA</i>	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0
Amphipoda	<i>Corophiidae</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amphipoda	<i>Corophium arenarium</i>	7	0	0	27	0	0	0	20	7	7
Amphipoda	<i>Corophium sp</i>	40	0	0	27	0	0	0	7	0	0
Amphipoda	<i>Corophium volutator</i>	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0
Decapoda	<i>Crangon crangon</i>	280	7	0	53	53	20	113	0	193	47
Decapoda	<i>Crangonidae</i>	0	0	0	0	0	0	53	0	0	0
Decapoda	<i>DECAPODA</i>	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0
Bivalvia	<i>Ensis sp</i>	0	0	0	7	7	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Eteone flava</i>	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Eteone sp</i>	7	0	7	340	100	20	93	73	13	47
Polychaeta	<i>Eumida sp</i>	13	0	0	0	0	0	0	0	0	13
Amphipoda	<i>GAMMARIDEA</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amphipoda	<i>Gammarus locusta</i>	60	0	0	0	0	0	0	0	20	0
Amphipoda	<i>Gammarus sp</i>	153	0	0	7	0	0	40	0	33	27
Polychaeta	<i>Glycera oxycephala</i>	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Glycera sp</i>	0	0	0	7	0	0	0	7	0	0
Polychaeta	<i>Glycera tridactyla</i>	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Hediste diversicolor</i>	0	0	0	0	0	7	7	0	0	0
Polychaeta	<i>Heteromastus filiformis</i>	0	0	7	13	7	0	7	0	0	0
Gastropoda	<i>Hydrobia ulvae</i>	25840	1540	587	507	1993	533	1087	2180	2847	11580
Bivalvia	<i>Kurtiella bidentata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
Polychaeta	<i>Lanice conchilega</i>	267	0	0	0	0	0	7	7	7	40
Bivalvia	<i>Macoma balthica</i>	40	0	0	887	147	147	147	53	487	247
Polychaeta	<i>Magelona papillicornis</i>	0	0	0	7	0	0	0	7	0	0
Polychaeta	<i>Microphthalmus szcelkowi</i>	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Microphthalmus sp</i>	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
Bivalvia	<i>Mya arenaria</i>	0	0	0	0	0	7	13	0	0	0
Bivalvia	<i>Mytilus edulis</i>	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Overig	<i>NEMERTEA</i>	0	0	0	0	13	13	20	13	33	33
Polychaeta	<i>Nephtys cirrosa</i>	13	0	0	0	0	13	0	0	7	0
Polychaeta	<i>Nephtys hombergii</i>	60	0	0	13	7	7	20	13	20	0
Polychaeta	<i>Nephtys sp</i>	7	0	0	20	13	0	13	7	0	0
Polychaeta	<i>Nereis diversicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	47	7
Polychaeta	<i>Nereis sp</i>	27	0	0	0	0	7	13	27	13	7
Oligochaeta	<i>OLIGOCHAETA</i>	47	0	13	0	33	33	0	27	53	240
Polychaeta	<i>Ophelia rathkei</i>	0	0	0	0	0	0	7	27	73	160
Decapoda	<i>PALAEMODIAE</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Overig	<i>PELECYPODA</i>	0	0	0	0	0	53	47	7	0	0
Polychaeta	<i>Phyllodoce mucosa</i>	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Phyllodoce sp</i>	33	0	33	27	13	13	0	0	47	7
Polychaeta	<i>Platynereis dumerilii</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Polydora cornuta</i>	7	13	27	0	0	0	13	7	20	0
Polychaeta	<i>Pygospio elegans</i>	593	0	2107	1787	753	827	1140	527	2193	367
Gastropoda	<i>Retusa obtusa</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bivalvia	<i>Ruditapes decussatus</i>	0	0	7	0	0	0	0	0	47	0
Bivalvia	<i>Ruditapes philippinarum</i>	0	0	0	13	0	0	13	7	0	7
Bivalvia	<i>Ruditapes sp</i>	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Scolecopsis bonnierii</i>	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
Polychaeta	<i>Scolecopsis sp</i>	0	0	0	0	0	0	20	27	0	0
Polychaeta	<i>Scolecopsis squamata</i>	0	0	0	0	0	7	0	20	13	0
Polychaeta	<i>Scoloplos armiger</i>	267	0	40	380	153	153	93	93	200	140
Bivalvia	<i>Scrobicularia plana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
Amphipoda	<i>Siphonocetes striatus</i>	53	0	27	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Spio martinensis</i>	67	0	0	0	0	0	0	20	13	0
Polychaeta	<i>Spiothanes bombyx</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Streblospio shrubsolii</i>	0	0	7	0	0	0	0	0	7	40
Bivalvia	<i>TELLINACEA</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bivalvia	<i>Tellinidae</i>	0	0	0	67	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Terebellidae</i>	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Tharyx sp</i>	0	0	0	0	0	33	20	47	0	0
Amphipoda	<i>Urothoe poseidonis</i>	93	7	7	13	0	7	27	113	13	280
Bivalvia	<i>Venerupis sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7

## Bijlage 14: Biomassa suppletielocatie extra monsterpunten 2009-2011

Gemiddelde biomassa Suppletie op basis van 25 monsterpunten (AFDW mg/m <sup>2</sup> )							
Groep	Latijnse soortnaam	14-07-09	5-10-09	14-07-10	14-10-10	19-07-11	2-11-11
Bivalvia	<i>Abra alba</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9
Polychaeta	<i>Aphelocheata marioni</i>	0.8	3.2	0.0	0.0	7.3	32.1
Polychaeta	<i>Arenicola defodiens</i>	0.0	23.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Arenicola marina</i>	1575.4	973.7	2456.8	3302.1	1400.0	1912.1
Amphipoda	<i>Bathyporeia pilosa</i>	7.2	4.7	131.9	92.6	32.2	7.9
Amphipoda	<i>Bathyporeia sarsi</i>	6.0	61.1	9.6	236.3	23.5	1.8
Amphipoda	<i>Bathyporeia sp</i>	6.0	29.2	25.4	45.4	3.0	0.0
Overig	<i>Bodotria scorioides</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Decapoda	BRACHYURA	16.6	0.0	165.5	0.0	0.6	0.0
Polychaeta	<i>Capitella capitata</i>	54.6	0.6	0.6	4.3	0.1	6.0
Decapoda	<i>Carcinus maenas</i>	0.0	348.9	0.0	0.0	17.9	332.1
Bivalvia	<i>Cerastoderma edule</i>	235.1	1267.7	7334.6	8989.5	9529.5	11193.3
Amphipoda	<i>Corophium arenarium</i>	5.2	0.2	0.5	3.5	3.1	0.6
Amphipoda	<i>Corophium sp</i>	1.7	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
Amphipoda	<i>Corophium volutator</i>	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Decapoda	<i>Crangon crangon</i>	31.6	58.0	53.5	26.7	93.4	53.5
Decapoda	Crangonidae	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0
Overig	<i>Cumopsis goodsiri</i>	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Decapoda	DECAPODA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bivalvia	<i>Ensis sp</i>	6.8	125.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Eteone flava</i>	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Eteone sp</i>	81.9	30.6	19.4	30.7	3.9	15.1
Polychaeta	<i>Eumida sp</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Amphipoda	Gammaridae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Amphipoda	<i>Gammarus locusta</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	13.3	0.1
Amphipoda	<i>Gammarus sp</i>	0.2	0.0	2.4	0.0	24.9	1.0
Overig	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Glycera sp</i>	0.5	51.8	0.0	6.3	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Glycera tridactyla</i>	15.5	331.1	0.0	114.5	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Harmothoe sp</i>	0.0	0.0	2.8	4.5	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Hediste diversicolor</i>	0.0	0.0	62.2	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Heteromastus filiformis</i>	1.5	0.0	0.1	0.0	0.3	0.0
Gastropoda	<i>Hydrobia ulvae</i>	260.2	851.6	445.6	1031.8	629.4	3728.4
Overig	INSECTA	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bivalvia	<i>Kurtiella bidentata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0
Polychaeta	<i>Lanice conchilega</i>	3.6	44.1	103.2	148.9	67.0	380.4
Decapoda	<i>Liocarcinus arcuatus</i>	20.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bivalvia	<i>Macoma balthica</i>	268.6	66.0	92.4	77.0	535.5	911.3
Polychaeta	<i>Magelona papillicornis</i>	0.4	0.0	0.0	4.7	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Malmgreniella lunulata</i>	0.0	0.0	0.0	34.8	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Microphthalmus szcelkowi</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Microphthalmus sp</i>	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Bivalvia	<i>Mya arenaria</i>	0.0	0.0	7119.0	0.0	0.0	0.0
Bivalvia	<i>Mytilus edulis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
Overig	NEMERTEA	0.2	10.2	12.6	10.4	30.3	22.8
Polychaeta	<i>Nephtys cirrosa</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	51.6	7.6
Polychaeta	<i>Nephtys hombergii</i>	57.9	91.8	232.2	390.1	505.6	579.4
Polychaeta	<i>Nephtys sp</i>	4.1	7.4	6.0	10.1	1.1	0.0
Polychaeta	<i>Nereis diversicolor</i>	13.0	7.3	0.0	0.0	143.4	179.1
Polychaeta	<i>Nereis sp</i>	2.5	0.0	14.2	11.0	0.9	0.1
Oligochaeta	<i>Oligochaeta</i>	0.4	0.3	0.0	0.8	3.9	8.1
Overig	Onbekend	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3
Polychaeta	<i>Ophelia rathkei</i>	0.0	0.1	16.3	2.0	14.6	30.6
Overig	PELECYPODA	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Phyllodoce mucosa</i>	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Phyllodoce sp</i>	14.0	13.9	0.4	18.2	8.7	2.0
Polychaeta	<i>Polydora cornuta</i>	0.0	0.0	0.5	2.5	2.4	0.0
Polychaeta	<i>Pygospio elegans</i>	108.2	77.8	102.7	47.4	197.0	21.8
Bivalvia	<i>Ruditapes decussatus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	1362.8	0.0
Bivalvia	<i>Ruditapes philippinarum</i>	190.5	0.0	81.2	2530.6	0.0	1369.8
Bivalvia	<i>Ruditapes sp</i>	0.0	0.0	48.3	0.0	0.0	0.0
Overig	<i>Schistomysis kervillei</i>	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Scolecopsis bonnieri</i>	0.0	32.2	46.3	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Scolecopsis sp</i>	0.0	0.0	11.3	8.0	0.0	0.3
Polychaeta	<i>Scolecopsis squamata</i>	0.0	22.0	0.0	192.9	225.4	138.0
Polychaeta	<i>Scoloplos armiger</i>	163.6	242.8	410.6	268.8	251.4	425.9
Bivalvia	<i>Scrobicularia plana</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.1
Polychaeta	<i>Spio martinensis</i>	0.0	0.0	0.4	1.6	1.0	0.0
Polychaeta	<i>Streblospio benedicti</i>	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Streblospio shrubsolei</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5
Bivalvia	Tellinidae	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polychaeta	<i>Tharyx sp</i>	0.0	0.0	2.8	2.9	0.0	0.0
Amphipoda	<i>Urothoe poseidonis</i>	33.7	0.0	8.4	20.0	14.4	41.1
Bivalvia	<i>Venerupis senegalensis</i>	0.0	23.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Bivalvia	<i>Venerupis sp</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4

## Bijlage 15: Dichtheid suppletielocatie extra monsterpunten 2009-2011

Gemiddelde dichtheid suppletie op basis van 25 monsterpunten (ind/m <sup>2</sup> )							
Groep	Latijnse soortnaam	14-07-09	5-10-09	14-07-10	14-10-10	19-07-11	2-11-11
Bivalvia	<i>Abra alba</i>	0	0	0	0	0	3
Polychaeta	<i>Aphelocheata marioni</i>	19	56	0	0	120	421
Polychaeta	<i>Arenicola defodiens</i>	0	3	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Arenicola marina</i>	216	76	83	75	21	24
Amphipoda	<i>Bathyporeia pilosa</i>	32	25	808	397	208	27
Amphipoda	<i>Bathyporeia sarsi</i>	29	117	27	965	112	5
Amphipoda	<i>Bathyporeia sp</i>	40	144	203	331	13	0
Bivalvia	<i>BIVALVIA</i>	0	0	0	0	3	0
Overig	<i>Bodotria scorioides</i>	0	0	0	0	0	3
Decapoda	<i>BRACHYURA</i>	8	0	27	0	3	0
Polychaeta	<i>Capitella capitata</i>	115	23	16	35	5	32
Decapoda	<i>Carcinus maenas</i>	0	5	0	0	3	3
Bivalvia	<i>Cerastoderma edule</i>	56	28	184	88	280	181
Amphipoda	<i>Corophium arenarium</i>	19	3	3	13	11	5
Amphipoda	<i>Corophium sp</i>	16	0	0	5	0	0
Amphipoda	<i>Corophium volutator</i>	8	0	0	0	0	0
Decapoda	<i>Crangon crangon</i>	24	28	64	13	107	24
Decapoda	<i>Crangonidae</i>	0	0	24	0	0	0
Overig	<i>Cumopsis goodsiri</i>	0	7	0	0	0	0
Decapoda	<i>DECAPODA</i>	0	0	0	3	0	0
Bivalvia	<i>Ensis sp</i>	3	3	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Eteone flava</i>	3	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Eteone sp</i>	328	131	91	80	27	43
Polychaeta	<i>Eumida sp</i>	0	0	0	0	0	5
Amphipoda	<i>Gammaridae</i>	0	0	0	0	0	3
Amphipoda	<i>Gammarus locusta</i>	0	0	0	0	21	3
Amphipoda	<i>Gammarus sp</i>	5	1	24	0	56	27
Overig	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	0	0	3	0	0	0
Polychaeta	<i>Glycera sp</i>	5	8	0	3	0	0
Polychaeta	<i>Glycera tridactyla</i>	3	16	0	8	0	0
Polychaeta	<i>Harmothoe sp</i>	0	0	3	3	0	0
Polychaeta	<i>Hediste diversicolor</i>	0	0	3	0	0	0
Polychaeta	<i>Heteromastus filiformis</i>	5	3	3	0	0	0
Gastropoda	<i>Hydrobia ulvae</i>	509	904	1080	1728	1947	7821
Overig	<i>INSECTA</i>	3	0	3	0	0	0
Bivalvia	<i>Kurtiella bidentata</i>	0	0	0	0	5	0
Polychaeta	<i>Lanice conchilega</i>	3	3	3	3	3	16
Decapoda	<i>Liocarcinus arcuatus</i>	3	0	0	0	0	0
Bivalvia	<i>Macoma balthica</i>	776	105	133	48	451	171
Polychaeta	<i>Magelona papillicornis</i>	3	0	0	3	0	0
Polychaeta	<i>Malmgreniella lunulata</i>	0	0	0	8	0	0
Polychaeta	<i>Microphthalmus scelkowi</i>	0	3	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Microphthalmus sp</i>	0	3	0	0	0	0
Bivalvia	<i>Mya arenaria</i>	0	0	5	0	0	0
Bivalvia	<i>Mytilus edulis</i>	0	0	0	0	5	0
Overig	<i>NEMERTEA</i>	3	21	35	35	32	27
Polychaeta	<i>Nephtys cirrosa</i>	0	0	0	0	3	0
Polychaeta	<i>Nephtys hombergii</i>	8	5	16	13	16	11
Polychaeta	<i>Nephtys sp</i>	13	5	11	5	0	0
Polychaeta	<i>Nereis diversicolor</i>	8	3	0	0	37	13
Polychaeta	<i>Nereis sp</i>	8	3	24	11	11	3
Oligochaeta	<i>OLIGOCHAETA</i>	5	17	0	19	24	99
Overig	<i>Onbekend</i>	0	0	0	0	0	3
Polychaeta	<i>Ophelia rathkei</i>	0	1	5	37	56	99
Overig	<i>PELECYPODA</i>	0	0	21	3	0	0
Polychaeta	<i>Phyllodoce mucosa</i>	13	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Phyllodoce sp</i>	53	20	5	11	37	5
Polychaeta	<i>Polydora cornuta</i>	0	3	5	3	8	0
Polychaeta	<i>Pygospio elegans</i>	1803	761	1525	413	2048	299
Bivalvia	<i>Ruditapes decussatus</i>	0	0	0	0	19	0
Bivalvia	<i>Ruditapes philippinarum</i>	8	0	5	5	0	5
Bivalvia	<i>Ruditapes sp</i>	0	0	13	0	0	0
Overig	<i>Schistomysis kervillei</i>	0	1	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Scolecopsis bonnierii</i>	0	4	3	0	0	0
Polychaeta	<i>Scolecopsis sp</i>	0	0	16	13	0	0
Polychaeta	<i>Scolecopsis squamata</i>	0	5	0	21	19	13
Polychaeta	<i>Scoloplos armiger</i>	349	243	149	123	211	136
Bivalvia	<i>Scrobicularia plana</i>	0	0	0	0	3	3
Polychaeta	<i>Spio martinensis</i>	0	0	8	24	19	0
Polychaeta	<i>Streblospio benedicti</i>	0	13	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Streblospio shrubsoli</i>	0	0	0	0	3	16
Bivalvia	<i>Tellinidae</i>	27	0	0	0	0	0
Polychaeta	<i>Tharyx sp</i>	0	0	51	61	0	0
Amphipoda	<i>Urothoe poseidonis</i>	5	0	21	77	16	120
Bivalvia	<i>Venerupis senegalensis</i>	0	1	0	0	0	0
Bivalvia	<i>Venerupis sp</i>	0	0	0	0	0	11

## Bijlage 16: Taxonomie voor alle gevonden soorten

Stam	Klasse	Subklasse	Orde	Familie	Geslacht	Latijnse soortnaam
Mollusca	Bivalvia	Heterodonta	Veneroida	Semelidae	Abra	<i>Abra alba</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Terebellida	Cirratulidae	Aphelochaeta	<i>Aphelochaeta marioni</i>
Annelida	Polychaeta	Scolecida	Capitellida	Arenicolidae	Arenicola	<i>Arenicola defodiens</i>
Annelida	Polychaeta	Scolecida	Capitellida	Arenicolidae	Arenicola	<i>Arenicola marina</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Amphipoda	Pontoporeiidae	Bathyporeia	<i>Bathyporeia pilosa</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Amphipoda	Pontoporeiidae	Bathyporeia	<i>Bathyporeia sarsi</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Amphipoda	Pontoporeiidae	Bathyporeia	<i>Bathyporeia sp</i>
Mollusca	Bivalvia	BIVALVIA	BIVALVIA	BIVALVIA	BIVALVIA	<i>BIVALVIA</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Cumacea	Bodotriidae	Bodotria	<i>Bodotria pulchella</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Decapoda	ORDO-Decapoda	ORDO-Decapoda	<i>BRACHYURA</i>
Annelida	Polychaeta	Scolecida	Capitellida	Capitellidae	Capitella	<i>Capitella capitata</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Decapoda	Portunidae	Carcinus	<i>Carcinus maenas</i>
Mollusca	Bivalvia	Heterodonta	Veneroida	Cardiidae	Cerastoderma	<i>Cerastoderma edule</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Amphipoda	Cheirocratidae	Cheirocratus	<i>Cheirocratus sp</i>
Annelida	Polychaeta	Unknown	Cirratulida	ORDO-Cirratulida	ORDO-Cirratulida	<i>CIRRATULIDA</i>
Cnidaria	PH-Cnidaria	PH-Cnidaria	PH-Cnidaria	PH-Cnidaria	PH-Cnidaria	<i>CNIDARIA</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Amphipoda	ORDO-Amphipoda	ORDO-Amphipoda	<i>Corophiidae</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Amphipoda	Corophiidae	Corophium	<i>Corophium arenarium</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Amphipoda	Corophiidae	Corophium	<i>Corophium sp</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Amphipoda	Corophiidae	Corophium	<i>Corophium volutator</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Decapoda	Crangonidae	Crangon	<i>Crangon crangon</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Decapoda	ORDO-Decapoda	ORDO-Decapoda	<i>Crangonidae</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Cumacea	CUMACEA	CUMACEA	<i>CUMACEA</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Cumacea	Bodotriidae	Cumopsis	<i>Cumopsis goodsiri</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Decapoda	ORDO-Decapoda	ORDO-Decapoda	<i>Decapoda</i>
Mollusca	Bivalvia	Heterodonta	Veneroida	Pharidae	Ensis	<i>Ensis sp</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Phyllodocida	Phyllodocidae	Eteone	<i>Eteone flava</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Phyllodocida	Phyllodocidae	Eteone	<i>Eteone sp</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Phyllodocida	Phyllodocidae	Eumida	<i>Eteoninae sp</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Phyllodocida	Phyllodocidae	Eumida	<i>Eumida bahusiensis</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Phyllodocida	Phyllodocidae	Eumida	<i>Eumida sanguinea</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Phyllodocida	Phyllodocidae	Eumida	<i>Eumida sp</i>
Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Syllidae	Exogone	<i>Exogone sp</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Amphipoda	SUBORDO-Gammaridea	SUBORDO-Gammaridea	<i>GAMMARIDEA</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Amphipoda	Gammaridae	Gammarus	<i>Gammarus locusta</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Amphipoda	Gammaridae	Gammarus	<i>Gammarus sp</i>
Mollusca	Gastropoda	GASTROPODA	GASTROPODA	GASTROPODA	GASTROPODA	<i>GASTROPODA</i>
Arthropoda	Crustacea	Eumalacostraca	Malacostraca	Myidae	Gastrosaccus	<i>Gastrosaccus spinifer</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Phyllodocida	Glyceridae	Glycera	<i>Glycera oxycephala</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Phyllodocida	Glyceridae	Glycera	<i>Glycera sp</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Phyllodocida	Glyceridae	Glycera	<i>Glycera tridactyla</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Phyllodocida	Polynoidae	Harmothoe	<i>Harmothoe sp</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Phyllodocida	Nereididae	Nereis	<i>Hediste diversicolor</i>
Annelida	Polychaeta	Scolecida	Capitellida	Capitellidae	Heteromastus	<i>Heteromastus filiformis</i>
Mollusca	Gastropoda	Prosobranchia	Mesogastropoda	Hydrobiidae	Hydrobia	<i>Hydrobia ulvae</i>
Mollusca	Bivalvia	Heterodonta	Veneroida	Montacutidae	Kurtiella	<i>Kurtiella bidentata</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Terebellida	Terebellidae	Lanice	<i>Lanice conchilega</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Decapoda	Portunidae	Liocarcinus	<i>Liocarcinus arcuatus</i>
Mollusca	Bivalvia	Heterodonta	Veneroida	Tellinidae	Macoma	<i>Macoma balthica</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Magelonida	Magelonidae	Magelona	<i>Magelona papillicornis</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Phyllodocida	Polynoidae	Malmgreniella	<i>Malmgreniella lunulata</i>
Annelida	Malacostraca	Eumalacostraca	Amphipoda	Aoridae	Microdeutopus	<i>Marphysa sanguinea</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Amphipoda	Aoridae	Microdeutopus	<i>Microdeutopus anomalous</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Amphipoda	Aoridae	Microdeutopus	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Amphipoda	Aoridae	Microdeutopus	<i>Microdeutopus sp</i>
Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Hesionidae	Microphtholmus	<i>Microphtholmus aberrans</i>
Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Hesionidae	Microphtholmus	<i>Microphtholmus sczelkowi</i>
Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Hesionidae	Microphtholmus	<i>Microphtholmus similis</i>
Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Hesionidae	Microphtholmus	<i>Microphtholmus sp</i>
Arthropoda	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Hesionidae	Microphtholmus	<i>Microprotopus maculatus</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Amphipoda	Isaeidae	Microprotopus	<i>Microprotopus sp</i>
Mollusca	Bivalvia	Heterodonta	Myoida	Myidae	Mya	<i>Mya arenaria</i>
Mollusca	Bivalvia	Heterodonta	Veneroida	Montacutidae	Mysella	<i>Mysella bidentata</i>
Arthropoda	Crustacea	Malacostraca	Mysida	Mysidae	FAM-Mysidae	<i>Mysidae</i>
Mollusca	Bivalvia	Pteromorphia	Mytilidae	Mytilidae	Mytilus	<i>Mytilus edulis</i>
Nemertea	PH-Nemertea	PH-Nemertea	PH-Nemertea	PH-Nemertea	PH-Nemertea	<i>NEMERTEA</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Phyllodocida	Nephtyidae	Nephtys	<i>Nephtys cirrosa</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Phyllodocida	Nephtyidae	Nephtys	<i>Nephtys hombergii</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Phyllodocida	Nephtyidae	Nephtys	<i>Nephtys sp</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Phyllodocida	Nereididae	Nereis	<i>Nereis diversicolor</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Phyllodocida	Nereididae	Nereis	<i>Nereis longissima</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Phyllodocida	Nereididae	Nereis	<i>Nereis sp</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Phyllodocida	Nereididae	Nereis	<i>Nereis succinea</i>
Annelida	Citellata	Oligochaeta	SUBCLAS-Oligochaeta	SUBCLAS-Oligochaeta	SUBCLAS-Oligochaeta	<i>OLIGOCHAETA</i>
Annelida	Polychaeta	Scolecida	Opheliida	Opheliidae	Ophelia	<i>Ophelia rathkei</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Decapoda	Palaemonidae	Crangon	<i>PALAEOMODIAE</i>
Mollusca	PELECYPODA	CLAS-PELECYPODA	CLAS-PELECYPODA	CLAS-PELECYPODA	CLAS-PELECYPODA	<i>PELECYPODA</i>
Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	(leeg)	(leeg)	<i>Pholoe sp</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Phyllodocida	Phyllodocidae	Anaitides	<i>Phyllodoce mucosa</i>

Annelida	Polychaeta	Palpata	Phyllodocida	Phyllodocidae	Anaitides	<i>Phyllodoce sp</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Phyllodocida	Phyllodocidae	FAM-Phyllodocidae	<i>Phyllodocidae</i>
Platyhelminthes	PLATHYHELMINTHES	PLATHYHELMINTHES	PLATHYHELMINTHES	PLATHYHELMINTHES	PLATHYHELMINTHES	<i>PLATHYHELMINTHES</i>
Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Nereididae	Plathynereis	<i>Plathynereis dumerilli</i>
Annelida	Polychaeta	POLYCHAETA	POLYCHAETA	POLYCHAETA	POLYCHAETA	<i>POLYCHAETA</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Spionida	Spionidae	Polydora	<i>Polydora cornuta</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Spionida	Spionidae	Polydora	<i>Polydora sp</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Amphipoda	Oedicerotidae	Pontecrates	<i>Pontecrates altamarinus</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Spionida	Spionidae	Pygospio	<i>Pygospio elegans</i>
Mollusca	Gastropoda	Opisthobranchia	Cephalaspidea	Retusidae	Retusa	<i>Retusa obtusa</i>
Mollusca	Bivalvia	Heterodonta	Petricolidae	Veneridae	Ruditapes	<i>Ruditapes decussatus</i>
Mollusca	Bivalvia	Heterodonta	Veneroida	Veneridae	Ruditapes	<i>Ruditapes philippinarum</i>
Mollusca	Bivalvia	Heterodonta	Veneroida	Veneridae	Ruditapes	<i>Ruditapes sp</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Spionida	Spionidae	Scolecipis	<i>Scolecipis bonnieri</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Spionida	Spionidae	Scolecipis	<i>Scolecipis sp</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Spionida	Spionidae	Scolecipis	<i>Scolecipis squamata</i>
Annelida	Polychaeta	Scolecida	Orbiniida	Orbiniidae	Scoloplos	<i>Scoloplos armiger</i>
Mollusca	Bivalvia	Heterodonta	Veneroida	Scrobiculariidae	Scrobicularia	<i>Scrobicularia plana</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Amphipoda	Corophiidae	Siphonocetes	<i>Siphonocetes kroyeranus</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Amphipoda	Corophiidae	Siphonocetes	<i>Siphonocetes striatus</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Spionida	Spionidae	Spio	<i>Spio martinensis</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Spionida	Spionidae	FAM-Spionidae	<i>Spionidae</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Spionida	Spionidae	Spionophanes	<i>Spionophanes bombyx</i>
Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Sigalionidae	Sthenelais	<i>Sthenelais boa</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Spionida	Spionidae	Streblospio	<i>Streblospio benedicti</i>
Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Spionida	Spionidae	Streblospio	<i>Streblospio shrubsolei</i>
Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Syllidae	SYLLIDAE	<i>SYLLIDAE</i>
Mollusca	Bivalvia	Heterodonta	Veneroida	Tellinidae	Tellina	<i>Tellina fabula</i>
Mollusca	Bivalvia	Heterodonta	Veneroida	Tellinidae	Tellina	<i>Tellina tenuis</i>
Mollusca	Bivalvia	Heterodonta	Veneroida	SUPERFAM-Tellinoidea	SUPERFAM-Tellinoidea	<i>TELLINACEA</i>
Mollusca	Bivalvia	Heterodonta	Veneroida	ORDO-Veneroida	ORDO-Veneroida	<i>Tellinidae</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Terebellida	Terebellidae	FAM-Terebellidae	<i>Terebellidae</i>
Annelida	Polychaeta	Palpata	Terebellida	Cirratulidae	Tharyx	<i>Tharyx sp</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Amphipoda	Lysianassidae	Tryphosella	<i>Tryphosella sarsi</i>
Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	Amphipoda	Urothoidae	Urothoe	<i>Urothoe poseidonis</i>
Mollusca	Bivalvia	Heterodonta	Veneroida	Veneridae	Venerupis	<i>Venerupis pullastra</i>
Mollusca	Bivalvia	Heterodonta	Veneroida	Veneridae	Venerupis	<i>Venerupis sp</i>